UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN CALCIUM-, CHLORID-, NATRIUM- UND KALIUMGEHALT IM BLUTSERUM VON DEUTSCHEN FLECKVIEH-RINDERN UND DEUTSCHEN MERINOLANDSCHAFEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM GEBURTSGESCHEHEN

Christine Hausmann

1974

Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen
Tierklinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. W. Leidl
Angefertigt unter Leitung von Priv. Doz. Dr. H. Bostedt

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN CALCIUM-, CHLORID-, NATRIUM- UND KALIUMGEHALT IM BLUTSERUM VON DEUTSCHEN FLECKVIEH-RINDERN UND DEUTSCHEN MERINOLANDSCHAFEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM GEBURTSGESCHEHEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von
Christine Hausmann
aus Königsbrück

München 1974

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme
Referent: Priv. - Doz. Dr. H. Bostedt
Korreferent: Priv. - Doz. Dr. E. Scharrer

Tag der Promotion: 26. Juli 1974

MEINEN ELTERN

ZUM DANK

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	3
2. LITERATUR	4
2.1. Mineralstoffwechsel	4
2.1.1. Calcium	6
2.1.1.1. Rinder	8
2.1.1.2. Schafe	17
2.2.1. Chlorid	20
2.2.1.1. Rinder	21
2.2.1.2. Schafe	24
2.3.1. Natrium und Kalium	25
2.3.1.1. Rinder	26
2.3.1.2. Schafe	30
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	31
3.1. Material und Methoden	31
3.1.1. Versuchstiere	31
3.1.1.1. Rinder	31
3.1.1.2. Schafe	32
3.1.2. Blutentnahme und Blutaufbereitung	33
3.1.3. Reinigung der verwendeten Geräte	34
3.1.4. Verwendete Abkürzungen	35
3.2. Methoden	36
3.2.1. Calciumbestimmung	36
3.2.2. Chloridbestimmung	38
3.2.3. Natrium- und Kaliumbestimmung	39

Seite

3.3. Statistische Auswertung 41

3.4. Vorversuche 42

3.4.1. Doppelbestimmungen 42

3.4.2. Auswirkung verschiedener Lagerungsarten des Serums 46

3.4.3. Konstanz des Serumkaliumgehaltes 46

4. ERGEBNISSE 48

4.1. Calcium 48

4.1.1. Rinder 48

4.1.2. Schafe 56

4.2. Chlorid 63

4.2.1. Rinder 63

4.2.2. Schafe 68

4.3. Natrium 71

4.3.1. Rinder 71

4.3.2. Schafe 78

4.4. Kalium 82

4.4.1. Rinder 82

4.4.2. Schafe 89

5. DISKUSSION 93

6. ZUSAMMENFASSUNG 106

SUMMARY

7. LITERATURVERZEICHNIS 110

LEBENSLAUF 122

1. EINLEITUNG

Untersuchungen über den Mineralstoffhaushalt und dessen Regulation bei verschiedenen Haustierarten finden zunehmendes Interesse. Seit langem ist bekannt, daß sowohl das Alter als auch bestimmte Leistungsperioden innerhalb des Reproduktionszyklusses Einfluß auf die im Blutserum meßbaren Konzentrationen vor allem der Mengenelemente Calcium, Phosphor und Magnesium nehmen. Weniger Berücksichtigung fanden in diesbezüglicher Hinsicht die Mineralstoffe Chlorid, Natrium und Kalium sowie eine Reihe von Spurenelementen.

Die wachsende Häufigkeit von Stoffwechselerkrankungen bei Wiederkäuern in der peripartalen Periode ist immer wieder Anlaß zu neuen Untersuchungen über den Mineralstoffhaushalt unter verschiedenen Fragestellungen. Eine der Voraussetzungen für die Erfassung der damit in Zusammenhang stehenden pathophysiologischen Vorgänge ist die Darstellung von Massen- und Spurenelementen im Blut gesunder Muttertiere unter den Bedingungen eines komplikationslosen Geburts- und Puerperalgeschehens. Diese Arbeit ist als Beitrag zur Erstellung von Normalwerten der Elemente Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium im Blutserum von Rindern und Schafen einer Rasse und verschiedener Altersgruppen in der Zeit um die Geburt gedacht. Weiterhin soll geprüft werden, ob ein gestörter Geburtsablauf (Schwergeburten per vias naturales, Sectio caesarea) stärkeren Einfluß auf die Serumkonzentration dieser Blutparameter ausübt als ein komplikationsfreier.

2. LITERATUR

2.1. Mineralstoffwechsel:

Die Bedeutung der Mineralstoffe im Organismus ist einerseits im Aufbau fester Strukturen (Knochen, Zähne), andererseits in der Regulation des osmotischen Druckes, in den Austauschvorgängen zwischen Zellen und Gewebeflüssigkeiten und in der Aufrechterhaltung der neuromuskulären Erregbarkeit zu sehen. Die Zufuhr der Mineralstoffe geschieht über die Nahrung, aus der sie im gastroenteralen System durch Diffusion, bei Calcium und Natrium zusätzlich auch durch aktiven Transport dem Blutkreislauf zugeführt werden.

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Resorptionsfähigkeit einzelner Elemente. So wird sie für Calcium durch Vitamin D und Laktose verbessert, während Calcium aus Nahrungsstoffen mit einem hohen Gehalt an Phytin oder Oxalat nur in sehr geringem Grad im Darm aufgeschlossen werden kann (KARLSON, 1972).

Für die Resorption der Mineralstoffe Chlorid, Natrium und Kalium sind nach bisherigen Kenntnissen noch keine ähnlichen Störfaktoren im enteralen Abschnitt bekannt.

Der Organismus ist in der Lage, einige Mineralstoffe wie Calcium, Phosphor, Natrium, Eisen und Kupfer zu speichern. Bei erhöhtem Bedarf und demzufolge verstärktem Entzug dieser Elemente aus der Blutflüssigkeit können diese Depots zur Konstanterhaltung des jeweiligen Blutspiegels abgebaut werden.

Die Stoffwechselregulation der Elektrolyte Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium geschieht, soweit heute bekannt, vor allem durch die Hormone der Nebenschilddrüse (Parathormon), der C-Zellen der Schilddrüse (Calcitonin) und der Nebennierenrinde (Aldosteron).

Die Ausscheidung der Mengenelemente erfolgt über exkretorische (Harn, Faeces, Schweiß) und sekretorische (Milch) Systeme, wobei Calcium vorwiegend über Faeces und Milch, Chlorid, Natrium und Kalium dagegen hauptsächlich über die Niere abgegeben werden.

2.1.1. Calcium

Calcium gehört zu denjenigen Elementen, welche im Organismus gespeichert und bei Bedarf bis zu einem gewissen Grad wieder freigesetzt werden können. Das wichtigste labile Calciumdepot stellt dabei das Knochengewebe dar. In ihm liegt ein Teil des Calciums in leichtlöslicher Form als Hydroxylapatit und Carbonatapatit komplexgebunden vor. Diese Bindungsart ermöglicht im Bedarfsfall einen schnellen Ionenaustausch zwischen der Mineralsubstanz der Knochen und den Körperflüssigkeiten. Den Nachweis für die ständigen und rasch vor sich gehenden Auf- und Abbauvorgänge lieferten Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen von KARLSON (1972).

Die Regulation der im Blut relativ konstanten Ca^{++}-Ionenkonzentration unterliegt Komponenten des endokrinen Systems. Calcitonin, das in den C-Zellen der Thyreoidea gebildet und bei ansteigendem Calciumgehalt in größerem Maße im Blutplasma zu finden ist (BOIVIN, 1972), beschleunigt die Ablagerung dieses Mineralstoffes im Knochen, wobei eine vermehrte Bildung der Osteoblasten registriert werden kann.

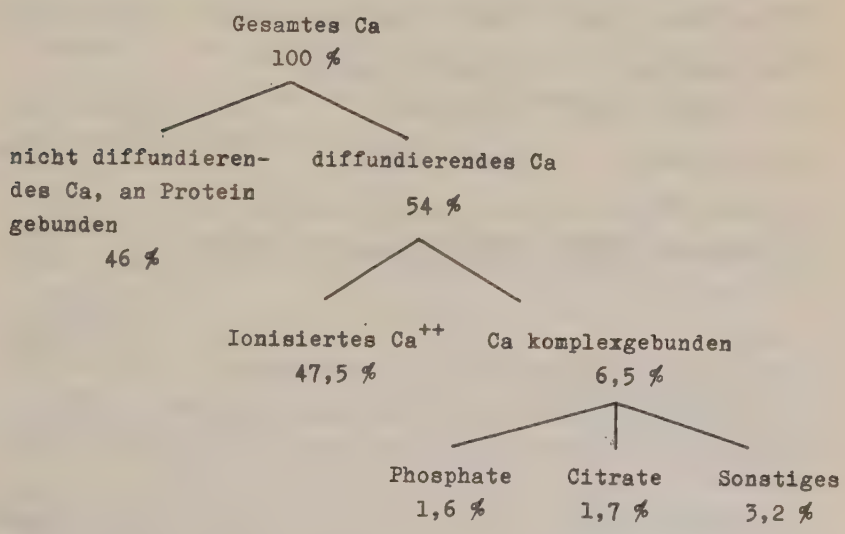
Das Parathormon aktiviert als Antagonist zum Calcitonin die Osteolyse, erhöht also den Calciumblutgehalt. Als Synergist zum Parathormon soll die Citronensäure maßgeblich an der Demineralisierung des Knochengewebes beteiligt sein (KARLSON, 1972).

Cortisol fördert die Calciumausscheidung über den Darm und hemmt dort die Resorption ebenso wie die Rückresorption in den Nierentubuli. Gleichzeitig soll es negativ auf die Mobilisation des Calciums aus dem Skelett wirken (LABHART, 1971).

Die Wirkung der Oestrogene auf den Calciumhaushalt beschrieben BRÜGGEMANN et al. (1953) und KRONFELD (1971). BRÜGGEMANN und Mitarbeiter beobachteten nach hohen Dosen synthetischer Oestrogene einen Anstieg des Calciumblutspiegels. KRONFELD (1971) berichtete, daß das Follikelhormon die Calciumresorption und die Mineralisierung der Knochensubstanz vermindert.

Im Blut liegt Calcium nur zum Teil in ionisierter Form vor. Eine große Menge ist an Eiweiß gebunden (nicht diffundierendes Calcium). Die Anteile des Gesamtcalciumgehaltes im Blut geben WALSER (1961) und NURMIO (1968) wie folgt wieder (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 : Verteilung des Gesamtcalciumgehaltes nach WALSER (1961), modifiziert von NURMIO (1968)



2.1.1.1. Rinder

Die in der Literatur zu findenden Normalwerte des Calciumgehaltes im Blutserum adulter Tiere schwanken zwischen 9 und 12 mg %.

Tabelle 2 : Normalwerte für Calcium im Blutserum des Rindes ohne Berücksichtigung endogener und exogener Faktoren

Autoren	Bestimmungs-methode	Anzahl der Rinder	Serum-gehalt in mg% $\bar{x}$	± s bzw. ± $s_{\bar{x}}$
W. Hippmann (1930)	Pincussen	54	9,91	-
W. Schütz (1954)	Flammenphotom.	34	10,17	0,68
E.W.Moodie und A. Robertson (1962)	Clark u. Collips	8	9,30	0,29 ($s_{\bar{x}}$)
J.M. Payne und F.B. Leech (1964)	Titration (Payne und Chamings)	279	10,65	0,79
M.Z. Barakat et al. (1969)	Clark, Collips	50	9,78	0,0755($s_{\bar{x}}$)
K. Schröder (1969)	Flammenphotom.	158	9,74	0,87
H.J. Bär et al. (1970)	"	273	9,7	0,79
S. El Amrousi und W. Hofmann (1970)	"	122	10,16	0,29
H. Seidel, J. Schröter (1970)	"	11	10,6	ohne Angabe
J. Grandchamp(1971)	"	13	10,28	0,70

Diese weitgehend ohne Berücksichtigung endogener und exogener Faktoren ermittelten Calciumwerte können jedoch nur zur groben Übersicht dienen. Gerade am Makroelement Calcium wird deutlich, in welch starkem Maße der Mineralstoffspiegel von verschiedenen biologischen Faktoren abhängig ist.

Angaben über die Abnahme des Calciumgehaltes im Blut des Rindes mit zunehmendem Alter finden sich bei PAYNE und LEECH (1964), UNSHELM und FLOCK (1967), SCHRÖDER (1969) sowie TUMBLESON et al. (1973). Während PAYNE und LEECH (1964) bei Rindern der Rasse Ayrshire und Holstein-Friesian die größte Verringerung des Calciumspiegels im Blut bei Tieren, die älter als 8 Jahre waren, aufzeichneten (Tabelle 3), stellten TUMBLESON et al. (1973) bei Holstein-Friesian Rindern die stärkste Abnahme im Stadium zwischen beginnender Zuchtreife und einem Alter von 3,5 Jahren fest (Tabelle 4). Im Gegensatz zu PAYNE und LEECH (1964) wiesen aber die älteren Kühe dieser Untersuchungsreihe nahezu konstante Serumcalciumwerte auf.

Tabelle 3 : Calciumkonzentration im Blutserum von Rindern im Alter von 1 - 15 Jahren (PAYNE und LEECH, 1964)

Alter der Rinder in Jahren	1	3	5	7	9	11	13	15
Ca in mg %	10,78	10,65	10,74	11,19	10,19	9,92	9,95	9,90

Tabelle 4 : Calciumkonzentration im Serum von Rindern (Holstein-Friesian) im Alter von 0,5 - 10,5 Jahren (TUMBLESON et al., 1973)

Alter in Jahren	0,5	0,5-1,5	3,5-4,5	5,5-6,5	7,5-8,5	9,5-10,5	10,5
n	26	22	42	9	8	4	5
$\bar{x}$	11,59	11,53	10,64	10,90	10,61	10,68	10,60
$\pm s_{\bar{x}}$	0,10	0,08	0,08	0,20	0,17	0,21	0,14

Als Erklärung für diese Senkung der Calciumkonzentration im Blutserum mit wachsendem Alter wäre die Verminderung der Resorptionsrate mit Zunahme der Lebensjahre in Betracht zu ziehen. Ein Kalb mit vier Wochen ist noch in der Lage, 96% des über die Nahrung angebotenen Calciums über die Darmschleimhaut zu resorbieren. Im Alter von 6 Monaten sind es nur noch 41%, bei Tieren bis zu 6 Jahren 34% und im hohen Alter (über 10 Jahre) sogar nur noch 22%. Der leichtlösliche Calciumanteil im Knochengewebe erniedrigt sich von 6 - 20 % bei 3-jährigen Rindern auf 2 - 5 % bei 13 Jahre alten Tieren (STÖBER, 1970).

Unterschiedlich sind die Angaben über eine rassebedingte Abhängigkeit des Serumcalciumgehaltes. Während EL AMROUSI und HOFMANN (1970) für die Rinderrassen Deutsche Schwarzbunte Rinder und Deutsches Fleckvieh keine signifikant voneinander abweichenden Werte feststellen konnten, wies KÖPPEL (1969) bei deutschen Rindern (Deutsche Schwarzbunte und Deutsches Fleckvieh) einen höheren Gehalt als bei den türkischen (Yerli Kara, Yerli Boz, Doğu Kirmizisi) nach.

Als Ursache dafür werden von KÖPPEL (1969) unterschiedliche Fütterungsbedingungen und Konstitutionen der Tiere angeführt. TUMBLESON et al. (1973) beschrieben bei den Rindern der Rasse Holstein-Friesian einen signifikant niedrigeren Calciumserumgehalt als bei Guernsey-Kühen.

BUTENDIEK (1965) sowie EL AMROUSI und HOFMANN (1970) berichteten von einer Verminderung des Calciumgehaltes im Rinderblut während der Winter- gegenüber der Sommerperiode.

Sowohl SPRENGER (1963) als auch UNSHELM und RAPPEN (1968) stellten tageszeitliche Schwankungen der Calciumkonzentration im Blutserum fest. Sie fanden heraus, daß der Calciumspiegel im Verlauf eines Tages geringfügig absinkt; das Minimum liegt gegen 17^{00} Uhr. Während des Abends und der Nacht steigt er wieder leicht an, bis das höchste Niveau gegen 3^{00} Uhr erreicht ist. Dieser Aussage stehen die Mitteilungen von GAFNER (1955) und EHRENTRAUT et al. (1970) gegenüber, nach denen die individuelle Faktorenbreite einen stärkeren Einfluß als der circadiane Rhythmus ausüben soll.

Die größte Bedeutung für die Konzentrationsänderung des Calciumgehaltes im Rinderblut kommt offenbar den einzelnen Phasen der Fertilitätsperiode zu. Hier spielen die Veränderungen des Organismus im Verlauf der Gravidität, zum Zeitpunkt der Geburt und im Puerperium eine große Rolle. Während der Trächtigkeit läßt sich eine beträchtliche Mineralstoffretention über den eigentlichen Bedarf hinaus verzeichnen. Im letzten Drittel der Gravidität wird vom Muttertier verstärkt Calcium im Knochendepot abgelagert

(KIRCHGESSNER, 1970). Die Frage, ob damit allein eine Erhöhung der Resorptionsleistung im gastroenteralen System verbunden ist oder ob das Calcium zur Bildung des Reservoirs auch über das Normalmaß hinausgehend dem Blut entzogen wird, ist noch nicht eindeutig zu beantworten. Der letzteren Vermutung kommt insofern Bedeutung zu, da nach EL AMROUSI und HOFMANN (1970) als gesichert angenommen werden kann, daß der Serumcalciumgehalt sich bis zum Geburtstermin hin allmählich vermindert.

Tabelle 5 : Serumkonzentration ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) von Calcium in Abhängigkeit der Graviditätsdauer und der Jahreszeit nach EL AMROUSI und HOFMANN (1970)

Trächtigkeit in Monaten	Ca mg % Sommer	Winter
bis 3	10,37 ±0,35	9,13 ±0,16
4-6	9,86 ±0,51	8,41 ±0,08
7-9	9,10 ±0,30	8,02 ±0,32

Die größten Veränderungen im Serumcalciumspiegel sind allen Erfahrungen nach beim Rind in der peripartalen Periode gegeben. Die Gründe werden zum einen in dem hohen momentanen Mineralstoffentzug durch die beginnende Laktation (KOLB und FÜRLL, 1973), zum anderen in der ungenügenden Mobilisation von Calcium aus dem Skelett unter Mitwirkung des Parathormons in der frühpuerperalen Periode gesehen (TIEWS, 1962).

Hinweise auf eine abfallende Tendenz während bzw. kurz nach der Geburt geben unter anderem MOODIE et al. (1955), KIRCHGESSNER (1957), MOODIE und ROBERTSON (1962), SAID et al. (1964), BACH und MESSERVY (1969), MAYER et al. (1969), BOSTEDT (1972, 1974) sowie SEIDEL (1973). Im Gegensatz zu diesen Autoren konnten sowohl STÖCKL und Mitarbeiter (1965) wie auch PUFE et al. (1970) keinen direkten Zusammenhang zwischen Geburtsgeschehen und der Höhe des Serumcalciumspiegels beim Rind feststellen.

Nicht einheitlich sind in den erstgenannten Arbeiten die Angaben über den Zeitpunkt, in welchem der minimalste Calciumgehalt im Blutserum während der peripartalen Periode gemessen werden kann. BOSTEDT (1972, 1974) sowie SEIDEL et al. (1973) fanden ein Minimum zum Zeitpunkt der Geburt.

Tabelle 6: Serumcalciumgehalt bei 20 Deutschen Schwarzbunten Rindern im puerperalen Zeitraum nach SEIDEL et al. (1973)

Tage	5	4	3	2	1	Geburt	1	2	3	4	5
$\bar{x}$	10,0	9,9	9,7	9,8	9,7	9,1	9,3	9,5	9,6	9,8	10,0
± s	0,86	0,75	0,75	1,09	1,05	1,12	0,91	0,75	0,84	0,78	0,97

MOODIE und ROBERTSON (1962) untersuchten den Serumelektrolytgehalt am ersten Tag p.p. alle 8 Stunden und stellten das niedrigste Niveau für den Blutcalciumgehalt 16 Stunden nach der Geburt fest. Bei früheren Untersuchungen gaben MOODIE et al. (1955) sogar den niedrigsten Serumcalciumspiegel 24 Stunden nach der Geburt an.

Darüberhinaus wird auch von einem unterschiedlich starken Gefälle des Calciumgehaltes im Rinderserum nach der Geburt berichtet. MOODIE et al. (1955) geben an, daß der Calciumspiegel um etwa 2 mg % absinkt. Eine noch stärkere Reduzierung beschreiben SAID et al. (1964) bei Schwarzbunten Rindern unter den klimatischen Bedingungen Ägyptens von 11,15 ± 0,341 mg % (1 - 7 Tage a.p.) auf 8,76 ± 0,395 mg % (1 - 4 Tage p.p.). MAYER et al. (1969) geben eine untere Grenze von 7 mg % Serum-Calcium in der Zeit um die Geburt an, BACH und MESSERVY (1969) sogar von nur 5 mg %.

Auch die Angaben über die Dauer der physiologisch post partum auftretenden latenten Hypocalcaemieperiode beim Rind sind unterschiedlich. MOODIE et al. (1955) kommen aufgrund ihrer Untersuchungen zu dem Schluß, daß erst in 10 - 20 Tagen p.p. der normale Serumcalciumgehalt wieder erreicht wird. Ebenso wie BOSTEDT (1972, 1974) geben SEIDEL et al. (1973) für diese Periode aber nur einen Zeitraum von 120 Stunden an.

Das Verhalten des Serumcalciumgehaltes in der Zeit um die Geburt läßt eine Altersabhängigkeit erkennen. So zeigen Kalbinnen einen geringeren und nicht so lange anhaltenden Abfall der Calciumwerte in der frühpuerperalen Periode wie ältere Tiere (MOODIE et al., 1955).

Tabelle 7 : Serumcalciumgehalt (mg %) von Rindern in der Zeit um die Geburt nach verschiedenen Kalbeperioden (MOODIE et al., 1955)

Kalbeperiode	vorgeburtliche Periode ($x \pm s_{\bar{x}}$)	12 - 72 Std. p.p.	n
1 - 2	10,10 ± 0,09	9,18 ± 0,28	15
3 - 4	10,20 ± 0,16	8,11 ± 0,28	17

Zusätzlich dazu differenzierte BOSTEDT (1972, 1974) das unterschiedliche Verhalten des Serumcalciumspiegels der Rinder in Hinblick auf den unterschiedlichen Geburtsverlauf. Bei Rindern mit Geburtskomplikationen (Schwergeburten per vias naturales, Sectio caesarea) ist der Zeitpunkt für den minimalsten Serumcalciumgehalt erst um den 2. Tag p.p. gegeben, wobei sich dieser von der Geburt an bis zur 48. Stunde p.p. überdurchschnittlich vermindert. Noch am 9. Tag p.p. liegt der Serumcalciumwert dieser Tiere weit unter dem derjeniger, die normal abkalbten.

Tabelle 8 : Calciumgehalt (mg %) im Blutserum von Kalbinnen (primiparae) und Kühen (pluriparae) nach verschiedenem Geburtsverlauf (BOSTEDT, 1974)

Geburtsverlauf	Stunde p.p.	Kalbinnen			Kühe		
		0	24	216	0	24	216
Normalgeburt	$\bar{x}$	8,37	8,43	9,46	7,96	8,51	9,24
	± s	0,73	0,85	0,75	0,85	0,98	0,63
Schwergeburt per vias naturales	$\bar{x}$	8,42	8,40	8,65	7,58	7,75	8,50
	± s	0,70	0,97	0,83	1,38	1,01	1,11
Sectio caesarea	$\bar{x}$	8,23	8,30	8,86	7,78	7,23	8,65
	± s	0,88	1,32	0,89	1,22	1,10	1,10

2.1.1.2. Schafe

Angaben über die physiologische Schwankungsbreite des Blutparameters Calcium für das Schaf finden sich bei HIEPE (1970). Die Grenzen liegen bei 9,5 und 12,6 mg %. JONSON et al.(1973) veröffentlichten Angaben über Serumcalciumwerte in verschiedenen skandinavischen Rassen. Sie bewegen sich im Mittel zwischen 9,0 und 9,8 mg %.

Nach 48 stündigem Fasten sinkt der Serumcalciumgehalt nach den Feststellungen von HERD (1966) bei nichtlaktierenden Schafen signifikant ab. Bei laktierenden Tieren dagegen kommt es bereits nach 6 - 24 stündigem Nahrungsentzug zu erheblichen Störungen des Allgemeinbefindens infolge eines Calciumabfalls auf 4,5 - 6,7 mg %.

Die Abhängigkeit des Calciumspiegels im Blut nach unterschiedlichen Magnesiumgaben untersuchte HJERPE (1968). Dabei zeigte sich eine Erniedrigung des Calciumgehaltes nach länger anhaltender Unterversorgung mit diesem Element.

Ein Einfluß der Temperatur auf den Serumcalciumgehalt besteht nach SYKES und Mitarbeitern (1969) nicht. Bei den in zwei Gruppen bei + 8° C und bei + 30° C gehaltenen Southdown und Welch Mountain-Schafen waren keine unterschiedlichen Serumcalciumwerte gegeben.

Mit der jahreszeitlichen Abhängigkeit der Höhe des Blutcalciumspiegels beschäftigten sich HIEPE (1970) sowie LIPPMANN und DÜRING (1973). HIEPE (1970) beschreibt ein niedrigeres Blutcalciumniveau im Frühjahr gegenüber den anderen Jahreszeiten. Dies konnten LIPPMANN und DÜRING (1973) anhand monatlicher Untersuchungen über ein Jahr hinweg bestätigen. Ein statistisch zu sichernder Abfall

bestand in der Periode Winter / Frühjahr (7,5 - 9,9 mg %) gegenüber Sommer / Herbst (8,3 - 10,7 mg %).

Repräsentative Angaben zur Altersabhängigkeit des Blutcalciumgehaltes beim Schaf, wie sie für das Rind bereits vorliegen, fehlen weitgehend.

Tageszeitliche Schwankungen werden von KOLB und FÜRLL (1973) beschrieben. Der circadiane Rhythmus unterliegt, ähnlich wie er von EHRENTRAUT et al. (1970) für das Rind angegeben wurde, nur geringen Schwankungen.

Den Einfluß der Geburt auf den Blutparameter Calcium erforschten u.a. STUBBINGS (1971), BARLET et al. (1971), BOSTEDT (1971, 1972) sowie LIPPMANN und DÜRING (1973). Übereinstimmend stellten die oben genannten Autoren beim Schaf im Gegensatz zum Rind im Verlauf der Geburt und des Frühpuerperiums kein signifikantes Absinken des Calciumserumgehaltes fest. Es konnte lediglich die Tendenz einer erniedrigten Calciumkonzentration unmittelbar p.p. von BARLET et al. (1971), (Tabelle 9) und BOSTEDT (1971, 1972), (Tabelle 10) beschrieben werden. LIPPMANN und DÜRING (1973) berichteten von einem minimalen Abfall des Blutcalciums zwischen den Werten 50 Tage a.p. und 50 Tage p.p., der sich jedoch statistisch nicht sichern ließ.

Tabelle 9 : Calciumgehalt (mg %) im Blut der Schafe um den Zeitpunkt der Geburt nach BARLET et al. (1971)

	7 Tg a.p.	Geburt	7 Tg p.p.
$\bar{x}$	9,71	9,43	9,57
$\pm s_{\bar{x}}$	0,12	0,15	0,20
n	35	35	22

Tabelle 10 : Calciumgehalt (mg %) im Blut der Schafe um den Zeitpunkt der Geburt nach BOSTEDT (1972)

Stunden	a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216
$\bar{x}$	9,77	9,55	9,39	9,48	9,88	9,94	9,62	9,62	10,01	9,85
	0,96	0,96	1,08	1,07	1,58	1,38	0,85	0,71	0,96	0,81
n	29	25	23	34	35	34	33	31	32	28

Dem Graviditätsgeschehen kommt offenbar für das Calciumniveau im Schafserum größere Bedeutung zu als dem normalen Geburtsvorgang. STUBBINGS (1971) verglich die Serumcalciumwerte vom 1. - 5. Trächtigkeitsmonat, während der Geburt und in der frühen Laktation von Tieren mit komplikationslosen Lammungen mit den Werten von Schafen, bei denen ein Prolaps vaginalis vorlag. Tiere mit einem Vaginalprolaps hatten gegenüber Mutterschafen ohne Graviditätsstörungen einen signifikant niedrigeren Serumcalciumgehalt. Diese Senkung des Calciumspiegels bestand auch über den Geburtszeitraum hinweg.

Die Auswirkung des unterschiedlichen Geburtsverlaufes auf den Serumcalciumgehalt beschrieb BOSTEDT (1971, 1972). Bei einer Gegenüberstellung von Mehrlingsgeburten und Einlingsgeburten konnten allerdings nur geringfügige Unterschiede im Serumcalciumspiegel verzeichnet werden. Unabhängig davon sind es jedoch vorwiegend Muttertiere mit einer Zwillingsgravidität, die an einer Hypocalcaemie ante partum (a.p.) erkranken können. Nach Schwergeburten, insbesondere nach operativen Eingriffen, kommt es zu einer über mehrere Tage hinweg anhaltenden Verringerung des Serumcalciumgehaltes.

2.2.1. Chlorid

Das Cl-Ion ist vorwiegend im extrazellulären Raum lokalisiert. Es stellt die Hauptmenge der Anionen im Blutplasma dar. Die Aufnahme über die Nahrung erfolgt hauptsächlich in Form des Natriumchlorids (KARLSON, 1972). Die Ausscheidung richtet sich nach der Menge der Aufnahme. Bei zu geringer Zufuhr wird sie stark herabgesetzt, nach einer hohen hingegen erfolgt sie reichlich (SCHEUNERT und TRAUTMANN, 1965). Die Rückresorption in der Niere wird von Hormonen der Nebennierenrinde (NNR) gesteuert. Das Mineralcorticoid Aldosteron spielt dabei die wichtigste Rolle. Eine Insuffizienz der NNR führt zu starkem Chloridverlust (KARLSON, 1972). Über Speicherungsmöglichkeiten des Chlorides liegen nach den bisherigen Untersuchungen keine positiven Ergebnisse vor.

2.2.1.1. Rinder

Über den Chloridgehalt des Serums wurden weit weniger Untersuchungen durchgeführt als über den Calciumstoffwechsel. Die physiologischen Werte schwanken nach SCHEUNERT und TRAUTMANN (1965) zwischen 340 und 390 mg %. FISHER (1960) und BAUCKS (1967) ermittelten einen Durchschnittswert von 367 mg %, PHILLIPS (1970) gab die Konzentration des Plasmachlorides verschiedener Rinderrassen mit einem Mittelwert von 104,2 ± 3,92 maequiv/L (= 369,91 ± 13,92 mg %) an. Abweichend von diesen Mittelwerten veröffentlichten BARAKAT und HASSANEIN (1969) die aus 120 Blutproben von gesunden trächtigen, nicht trächtigen sowie laktierenden Kühen der Rasse Holstein-Friesian gewonnenen Durchschnitt von 478 ± 2,37 mg % ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) (Chloridbestimmung nach WHITEHORN). Die voneinander abweichenden Ergebnisse wären eventuell mit den unterschiedlich angewandten Bestimmungsmethoden zu erklären.

Die Untersuchungen über die Abhängigkeit des Chloridgehaltes im Blut (PUHAC et al., 1969) unter verschiedenen ökologisch-technologischen Bedingungen (Haltung, Fütterung, Zucht) an jungen Mastbullen ergab keine signifikanten Unterschiede.

Ein direkter Zusammenhang zwischen circadianen Rhythmen und dem Chloridspiegel im Rinderserum konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden (PHILLIPS, 1970).

Nach TUMBLESON et al. (1973) besteht auch weder eine rasse- (Guernsey, Holstein-Friesian) noch eine altersbedingte Abhängigkeit des Serumchloridgehaltes.

Dagegen beobachteten SOLIMAN et al. (1966) Änderungen im Chloridspiegel im Serum von Kalbinnen im Alter von 18 - 27 Monaten in Abhängigkeit einzelner Reproduktionsperioden. Als wichtigstes Ergebnis stellten sie dabei eine signifikante Erhöhung des Chloridgehaltes zur Zeit der Brunst fest.

Ebenso wie KIRCHGESSNER (1957) beschrieben SOLIMAN und Mitarbeiter (1966) die Tendenz einer ansteigenden Serumchloridkonzentration im Verlauf der Trächtigkeit bis zum Zeitpunkt der Geburt mit einem nachfolgenden Absinken.

Tabelle 7 : Chloridgehalt (mg %) im Serum von Kalbinnen im Verlauf der Trächtigkeit nach SOLIMAN et al. (1966)

	$\bar{x}$	$\pm s_{\bar{x}}$
2. Monat	462,00	± 6,05
9. Monat	498,00	± 8,82
5 Tage p.p.	474,00	±12,60

BAUCKS (1967) untersuchte das Verhalten des Chloridspiegels im Blutserum der Rinder von der Geburt bis zum 9. Tag p.p. Er fand in der frühpuerperalen Periode bis zum 2. Tag p.p. ansteigende Serumchloridwerte, die aber dann rasch abfielen.

Signifikant erniedrigte Werte zeigen primipare Tiere im Vergleich zu pluriparen. Ferner kann eine Verschlechterung des Allgemeinbefindens im Verlauf der Retentio secundinarum zu einer Senkung des Chloridgehaltes im Blutserum des Rindes führen (BAUCKS, 1967).

KIRCHGESSNER (1955) fand in weitergehenden Untersuchungen während des Puerperiums keinen Unterschied im Serumchloridgehalt zwischen gesunden und an Gebärparese erkrankten Rindern.

2.2.1.2. Schafe

Bekannt ist der große Salzbedarf kleiner Wiederkäuer, der zum größten Teil nach BEHRENS et al. (1965) auf das große Kaliumangebot über das Futter (frisches Grünfutter, Rübenblatt, Rüben) zurückzuführen ist. Angaben über die physiologischen Werte des Serumchlorids finden sich bei PUGH (1966) und HIEPE (1970). PUGH (1966) stellte bei 9 nichtträchtigen Schafen einen Mittelwert von 99,16 ± 2,12 m - aequiv/L(=352,02 ± 7,53 mg %) fest. HIEPE (1970) gibt eine Schwankungsbreite von 345 - 400 mg % an. PHILLIPS (1970) fand bei seinen Untersuchungen einen Serummittelwert von 107,6 ± 2,78 m - aequiv/L (=381,98 ± 9,87 mg %). Auch hier konnten, wie beim Rind, keine erheblichen Schwankungen von einem Tag zum anderen oder während des Tagesverlaufes verzeichnet werden.

Angaben über den Einfluß der Geburt auf den Serumchloridgehalt bei Schafen fehlen weitgehend in der Literatur.

2.3.1. Natrium und Kalium

Die Na- und K-Ionen finden sich in sämtlichen Geweben des Organismus. Dabei ist Natrium vorwiegend extrazellulär in den Körperflüssigkeiten und Kalium vornehmlich intrazellulär lokalisiert (SCHEUNERT und TRAUTMANN, 1965). Natrium liegt im Blut hauptsächlich in Form des Natriumchlorides und des Natriumcarbonates vor, während Kalium zum großen Teil an Hämoglobin gebunden ist (GAFFNER, 1955). Kalium kann im Knochengewebe retiniert werden. Auch etwa ein Drittel des gesamten Natriumgehaltes ist im Skelett gebunden, aus dem die Natriumreserven bei Bedarf mobilisiert werden können (KARLSON, 1972).

Während der Gesamtgehalt an Natrium und Kalium im Organismus etwa gleich groß ist, steht der Serumgehalt von Kalium : Natrium in einem relativ konstanten Verhältnis von 1 : 15.

Die Ausscheidung von Natrium und Kalium erfolgt über Niere, Faeces, Schweißdrüsen und Milch. Dabei ist die Niere als das wichtigste Regulationsorgan zur Konstanterhaltung des Natrium- und Kaliumgehaltes in den Körperflüssigkeiten anzusehen.

Die Rückresorption aus dem Primärharn wird von dem Nebennierenrindenhormon Aldosteron gesteuert. Unter der Einwirkung dieses Mineralcorticoides wird Natrium als Natriumchlorid rückresorbiert, Kaliumionen werden dagegen vermehrt ausgeschieden (LABHART, 1971; KARLSON, 1972).

2.3.1.1. Rinder

Die Serumwerte für Natrium und Kalium vom Rind sind in den zur Verfügung stehenden Veröffentlichungen annähernd gleich (Tabelle 7).

Tabelle 7 : Normalwerte für Natrium und Kalium im Blutserum adulter Rinder

Autoren	Natrium in mg%	Kalium in mg%
Schütz (1954)	322,3 ± 7,2	21,8 ± 2,1
Schmid (1963)	353,0 ± 14,0	18,2 ± 1,2
Seidel et al. (1964)	328 o.Angabe	17,6 o.Angabe
Butendieck (1965)	324,1 ± 20,8	17,8 ± 1,7
Scheunert, Trautmann (1965)	320 - 330	17,0 - 26,0
Bär et al. (1970)	336,2 ± 25,8	17,2 ± 1,7
Seidel u. Schröter (1970)	327,0 o.Angabe	18,0 o.Angabe
Hofmann u. El Amrousi (1970)	392,1 ± 5,9($s_{\bar{x}}$)	19,4 ± 0,5($s_{\bar{x}}$)
Doktor (1971)	315 - 319	20,5 - 28,0
Tumbleson et al. (1973)	307,6 - 326,5	15,4 - 17,6

Deutliche individuelle Unterschiede sowohl für den Natrium- als auch für den Kaliumgehalt im Serum geben UNSHELM und RAPPEN (1968) sowie EHRENTRAUT et al. (1970) an.

Eine Altersabhängigkeit für das Natrium- und Kaliumniveau konnte von UNSHELM und RAPPEN (1968), KÖPPEL (1969) sowie EL AMROUSI und HOFMANN (1970) nicht gesichert werden.

KORNBERG (1957) beschrieb dagegen bei jüngeren Tieren ein geringfügiges Ansteigen des Serumnatriumgehaltes mit zunehmendem Alter (Tabelle 8).

Tabelle 8 : Natriumgehalt im Blutserum gesunder Rinder mit zunehmendem Alter (KORNBERG, 1957)

Alter	$\bar{x}$	$\pm s_{\bar{x}}$
bis 8 Wochen	346,46	0,80
bis 2 Jahre	348,32	0,84
bis 10 "	352,16	0,45
über 10 "	358,17	0,64

Im jugendlichen Alter von 1/2 - 2 Jahren läßt sich ein statistisch gesichertes Absinken ($p \leq 0{,}001$) des Serumkaliumgehaltes verzeichnen, während er bei adulten Tieren weitgehend konstant bleibt (TUMBLESON et al., 1973).

KÖPPEL (1969) maß bei deutschen Rinderrassen (Deutsche Schwarzbunte Rinder, Deutsches Fleckvieh) einen höheren Kaliumgehalt als bei türkischen (Yerli Kara, Yerli Boz und Doğu Kirmizisi). Den Grund dafür vermutet er in der unterschiedlichen Fütterung. EL AMROUSI und HOFMANN (1970) stellten keinen signifikanten Unterschied zwischen Deutschen Schwarzbunten und Deutschen Fleckviehkühen fest.

Dagegen wurde von ihnen sowie von OLL' und SIKK (1970) eine jahreszeitliche Abhängigkeit der beiden Blutparameter beschrieben. Sowohl der Natrium- als auch der Kaliumgehalt liegen im Winter niedriger als im Sommer.

Tageszeitliche Schwankungen ermittelten UNSHELM und RAPPEN (1968). Sie beschrieben für Natrium eine signifikant erhöhte Tageskonzentration gegenüber den Werten in der Nacht und für Kalium am Tage ein statistisch gesichertes niedrigeres Niveau als in der Nacht.

Die Bedeutung der Gravidität auf den Natrium- und Kaliumspiegel wird unterschiedlich bewertet. OLL' und SIKK (1970) berichteten von einer Erhöhung des Natriumgehaltes im Serum während der letzten Trächtigkeitsmonate. DOKTOR (1971) vertritt dagegen die Ansicht, daß der Blutspiegel von Natrium und Kalium auch unter der Belastung der Trächtigkeit konstant bleibt.

Über die Veränderung der Natrium- und Kaliumwerte zum Zeitpunkt der Geburt finden sich nähere Angaben bei KIRCHGESSNER (1957), STÖCKL et al. (1965), BAUCKS (1967) und PUFE et al. (1970). KIRCHGESSNER (1957) erwähnt die Tendenz eines ansteigenden Kaliumgehaltes nach der Geburt. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von STÖCKL et al. (1965). Sie fanden bei den von ihnen in die Untersuchung einbezogenen Rindern ein Absinken der Kaliumserumwerte in der peripartalen Periode.

Tabelle 9 : Natrium- und Kaliumgehalt im Blutserum beim Rind in der Zeit um die Geburt nach STÖCKL et al. (1965)

	1 Woche a.p.	24 Std. p.p.	4 Tage p.p.	12 Tage p.p.	
Natrium in mg %	349±4,9	352±4,8	329±4,4	354	ohne Angabe
Kalium in mg %	22,3±0,46	21,4±0,51	21,3±0,70	20,8	ohne Angabe

PUFE et al. (1970) bestimmten in dieser Periode den Quotienten Natrium : Kalium. Dabei kam es im Verlauf ihrer Untersuchung zu einem geringgradigen Absinken dieses Verhältnisses von 20,0 ± 5,2 mg % 20 - 1 Tag a.p. auf 19,8 ± 2,3 mg % 1 - 48 Stunden p.p. und auf 19,6 ± 2,4 mg % 5 - 8 Tage p.p.

BAUCKS (1967), der Untersuchungen vom Zeitpunkt der Geburt bis 9 Tage p.p. anstellte, konnte aufgrund großer Schwankungen von einem zum anderen Tag keine Regelmäßigkeiten im Verhalten des Kaliumspiegels feststellen. Dagegen beschrieb er ein Absinken des Natriumgehaltes bis zum 8. Tag des Puerperiums. Ferner wirkt sich nach seinen Beobachtungen ein unterschiedlicher Geburtsverlauf signifikant auf den Natriumhaushalt aus. Nach Extraktion der Frucht per vias naturales liegen die Werte im Serum niedriger als nach einer geburtshilflichen Laparotomie oder einer Foetotomie. Störungen des Allgemeinbefindens im Puerperium führen zu einer Erhöhung des Serumkaliumgehaltes.

2.3.1.2. Schafe

Über die Natrium- und Kaliumwerte im Blutserum erwachsener Schafe gibt es nur wenige gesicherte Angaben in der Literatur. Die physiologische Schwankungsbreite wird wie beim Rind in einem nur wenig voneinander abweichenden Grenzbereich angegeben.

Tabelle 10 : Normalwerte für Natrium und Kalium im Blutserum adulter Schafe nach verschiedenen Autoren

Autoren	Natrium in mg%	Kalium in mg%
Kment (1949)	---	20,49
Schütz (1954)	334,3	26,5
Pugh (1966)	334,04 ± 7,43	18,05 ± 1,44
Hiepe(1970)	320 - 355	17,1 -22,2

KORNBERG (1957) fand bei männlichen Schafen einen etwas höheren Natriumgehalt im Blutserum als bei weiblichen. Eine Beeinflussung der Natrium- und Kaliumkonzentration im Serum durch Temperatureinwirkung konnte von SYKES et al. (1969) weder an Southdown noch an Welch Mountain Schafen festgestellt werden.

Der Einfluß der Geburt auf den Serumnatrium- und Kaliumgehalt bei Schafen wird in der Literatur kaum beschrieben.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Material und Methode

3.1.1. Versuchstiere:

Die vorliegende Untersuchung wurde in der Zeit von Juli 1972 bis Dezember 1973 durchgeführt. Insgesamt standen hierfür 98 Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh im Alter von 2 1/2 bis 13 Jahren und 50 Merinolandschafe im Alter von 1 1/2 bis 5 Jahren zur Verfügung.

3.1.1.1. Rinder:

33 Rinder (17 Kalbinnen = primiparae und 16 Kühe = pluriparae) gebaren ohne Komplikationen. Bei 65 Muttertieren hingegen mußte die Geburt durch manuelle oder operative Eingriffe beendet werden. Im einzelnen ließen sich die Rinder aufgrund des Geburtsverlaufes in folgende drei Gruppen aufgliedern:

Tabelle 11 : Gruppeneinteilung der Rinder nach unterschiedlichem Geburtsverlauf

Gruppe	Geburtsverlauf	insgesamt	Kalbinnen	Kühe
I	Normalgeburten	33	17	16
II	Schwergeburten per vias naturales (p.v.n.)	32	15	17
III	Sectio caesarea	33	16	17
	insgesamt	98	48	50

So weit wie möglich wurden die Tiere bereits mehrere Wochen vor der Geburt in der Klinik aufgestallt, um sie rechtzeitig an die gegebenen Fütterungs- und Umweltbedingungen zu gewöhnen.

Die Fütterung der Rinder vor der Geburt bestand täglich aus 2 kg Kraftfutter (1 kg Hafer, 1 kg DLG Milchviehfutter III, 120 g Mineralstoffmischung bestehend aus 45,0 % Dicalciumphosphat, 15,0 % Natriumchlorid, 12 % Calciumcarbonat, 8,0 % Melasse, 5,0 % Monocalciumphosphat, 5,0 % Weizenfuttermehl, 5,0 % Magnesiumoxyd, 3,0 % Vitamin-Vormischung, 2,0 % Spurenelement-Vormischung), 2 kg Melasseschnitzel, Heu und Wasser ad libitum. Die tägliche Futterration nach der Geburt richtete sich nach der Milchleistung. Wenn die Tagesleistung, wie in den meisten Fällen, 12 kg nicht überschritt, blieb die Futtermenge vor und nach der Geburt gleich. Im Sommer diente Gras als Grundfutter. Im Winter ersetzten 10 kg Futterrüben die Melasseschnitzel.

3.1.1.2. Schafe:

Weiterhin wurden 50 Merinolandschafe zu den Versuchen herangezogen. Sie ließen sich, je nach Fertilitätsperiode, in zwei Gruppen unterteilen:

I 17 ingravide Tiere

II 33 hochträchtige, beziehungsweise gebärende Schafe

Sowohl die Tiere der Gruppe I als auch die der Gruppe II stammten aus einer Population (Wanderschafherde, Hochstammzucht). Die Versuchstiere der Gruppe I verblieben zur Blutentnahme in der Herde, während diese bei den hochgraviden Mutterschafen der Gruppe II in der Klinik erfolgte. Die letztgenannten wurden zu diesem Zweck 1 - 3 Wochen ante partum (a.p.) hospitalisiert, um einer ausreichenden Gewöhnungszeit in Bezug auf Haltung und Fütterung Rechnung zu tragen.

Die 33 Schafe (Gruppe II) lammten komplikationslos ab. Sie gebaren in 27 Fällen Zwillinge, in 5 Fällen Einlinge und in einem Fall Drillinge.

Die Fütterung bestand täglich aus 1 kg Hafer mit einem Zusatz von 20 g Mineralstoffen (45,0 % Dicalciumphosphat, 15,0 % Natriumchlorid, 12 % Calciumcarbonat, 8,0 % Melasse, 5,0 % Monocalciumphosphat, 5,0 % Weizenfuttermehl, 5,0 % Magnesiumoxyd, 3,0 % Vitamin-Vormischung, 2,0 % Spurenelement-Vormischung).

3.1.2. Blutentnahme und Blutaufbereitung:

Bei den zur Geburtsüberwachung aufgestallten Rindern und Schafen wurde a.p. in Abständen von einigen Tagen Blut zur Mineralstoffanalyse entnommen. Weiterhin erfolgte die Blutentnahme unmittelbar nach der Geburt (im folgenden als Stunde 0 bezeichnet), dann 12, 24, 48, 72, 96, 120, 168 und 216 Stunden post partum (p.p.). Vereinzelt mußte die Blutgewinnung wegen vorzeitiger Entlassung ab dem 5. Tag p.p. unterbleiben.

Bei den Versuchsschafen der Gruppe I (ingravide Tiere) wurden die Versuche in den Monaten Juli, November, Dezember, Januar und Februar durchgeführt. Die Blutentnahme erfolgte unter vorsichtigen Bedingungen, ohne Anwendung von Zwangsmaßnahmen, um Änderungen der Blutparameter durch Aufregungserscheinungen so gering wie möglich zu halten.

Das Blut wurde aus der Vena jugularis unter Verwendung von V_2A-Stahlkanülen gewonnen und beim Rind in 50 cm^3 fassenden Polypropylengefäßen (Sorvall, Connecticut, U.S.A.),

beim Schaf in 15 cm^3 fassenden Zentrifugengläsern (Jenaer Glas, Schott, Mainz) aufgefangen.

Die Zentrifugation erfolgte innerhalb einer Stunde für 10 - 15 Minuten bei 3000 Umdrehungen pro Minute.

Nach vorsichtigem Ablösen der sich am Rande befindlichen Fibrinfäden war häufig eine nochmalige 10 - 15 Minuten dauernde Zentrifugation notwendig, bis sich das bernsteinfarbene Serum klar, ohne Fibrinbeimengungen abgießen ließ. Das Serum gelangte meist unmittelbar nach dem Zentrifugieren zur Weiterverarbeitung. In einigen wenigen Fällen ergab sich die Notwendigkeit, daß es bis zur Analyse maximal 36 Stunden bei + 4° C aufbewahrt werden mußte. Der Einfluß der Lagerungsart und -zeit auf den Mineralstoffgehalt im Serum wird im Abschnitt "Vorversuche" beschrieben.

3.1.3. Reinigung der verwendeten Geräte:

Die Zentrifugen- und Reagenzgläser, Meßkolben und andere Glasgefäße wurden in einer Spülmaschine (Miele Automatic G 19) gewaschen. Als Reinigungsmittel kamen Mucapur M (Merz & Co., Frankfurt/M.) und neo-disher A 8 (Seizmeier, Augsburg) zur Anwendung. Die Pipetten wurden in Mucocit (Merz & Co., Frankfurt/M.) oder Haemo - Sol (Merz & Dade AG Bern) eingeweicht und 1/2 Stunde unter heißem, fließendem Wasser gespült. Die Küvetten wurden unter fließendem, ca. 60° C warmen Wasser 5 - 6 mal gereinigt und in regelmäßigen Abständen zusätzlich in Chromschwefelsäure gelegt. Grundsätzlich erfolgte nach jedem Waschvorgang ein mehrfaches Nachspülen in Aqua bidest..

3.1.4. Verwendete Abkürzungen:

N G	Normalgeburt
S G	Schwergeburt
p.v.n.	per vias naturales
S C	Sectio caesarea
a.p.	ante partum
p.p.	post partum
x	Zufallsvariable
$\bar{x}$	arithmetischer Stichprobenmittelwert
n	Stichprobenumfang
s	Standardabweichung der Stichprobenwerte
t	Prüfgröße der t - Verteilung
f	Freiheitsgrad
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
r	Korrelationskoeffizient
n.s.	nicht signifikant

3.2. Methoden:

Zur Messung der Mineralstoffe Calcium und Chlorid stand ein Coleman Junior Spectrophotometer zur Verfügung. Natrium und Kalium wurden flammenphotometrisch (P M Q II, Zeiss) bestimmt. Ein Kompensograph (Siemens) zeichnete direkt die Meßwerte auf.

Die zur Elektrolytbestimmung benötigten Reagentien stammten von Haury, München.

Alle Angaben über den Mineralstoffgehalt werden in mg % angegeben.

3.2.1. Calcium-Bestimmung:

Die Calciumbestimmung erfolgte nach der Methode von FERRO und HAM (1957), modifiziert nach WEBSTER (1962). Das Prinzip beruht auf der Fällung des Calciums durch Chloranilsäure (Abb. 1) und die Bindung des Calcium-Chloranilates an Eisen(III)chlorid zu einem Eisenchloranilkomplex. Die entstehende Farbintensität des Komplexes ist photometrisch zu messen und dem Calciumgehalt direkt proportional.

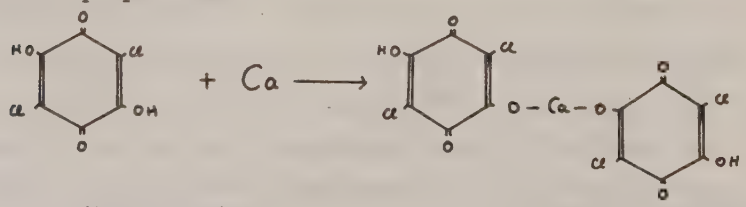


Abb. 1: Bildung des Calcium-Chloranilat-Komplexes

Arbeitsgang: In einem Spitzgläschen werden 0,5 ml Serum mit 0,5 ml Chloranilat versetzt. Während einer 3/4 Stunde Wartezeit kommt es zur Ausfällung des Calciums als Calcium-Chloranilat (s. Abb. 1). Nach 10 minütigem Zentrifugieren, bei 3000 - 5000 Umdrehungen pro Minute, bildet sich ein Niederschlag des Calciumsalzes am Boden des Gläschens. Der Überstand wird vorsichtig abgegossen, die Gläschen gut mit Fließpapier getrocknet,und der Bodensatz in 5 ml 50 %igem Isopropylalkohol gewaschen. Es folgt ein erneutes Zentrifugieren für 10 Minuten. Der nach dem Dekantieren erhaltene Rückstand wird in 5 ml Eisen(III)chlorid zur Lösung gebracht. Die Intensität der graugelben Farbe des entstandenen Eisenchloranil-komplexes läßt sich photometrisch bei einer Wellenlänge von 525 nm gegen Eisen(III)chloridlösung als Leerwert messen.

Die Berechnung des Serumcalciumgehaltes erfolgt mit Hilfe nachstehender Gleichung:

$$\frac{\text{Extinktion Analyse}}{\text{Extinktion Standard}} \times 10 = \text{mg \% Calcium}$$

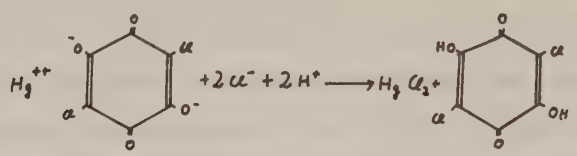
Verwendung von Testseren:

Als Kontrolle für die Genauigkeit der Messung des Gehaltes an Calcium im Blutserum dienten die Testseren Labtrol (Dade, USA) und Precinorm S(Boehringer, Mannheim). Die erzielten Werte lagen im Toleranzbereich.

3.2.2. Chlorid-Bestimmung:

Chlorid wurde nach der Methode von BERTOLACINI und BARNEY (1958) nach folgendem Prinzip bestimmt. Aus wasserunlöslichem Quecksilberchloranilat bildet sich in saurem Medium durch die sich im Serum befindenden Chlorionen die violette Chloranilsäure (s. Abb. 2).

Die Intensität der Farbe ist ein direktes Maß für die Menge des Serumchloridgehaltes.



Quecksilber-Chloranilat Chloranilsäure

Abb. 2: Bildung der Chloranilsäure

Arbeitsgang: Zu 5 ml 0,1 n Schwefelsäure werden 0,1 ml Natriumwolframatlösung (Eiweißfällung), 0,05 ml Serum und 50 mg Quecksilberchloranilat gegeben. Nach kräftigem Schütteln und 10 minütigem Zentrifugieren bei 3000 - 5000 Umdrehungen pro Minute den Überstand vorsichtig in die Küvetten überpipettieren und die Extinktion im Photometer bei einer Wellenlänge von 525 nm gegen einen Leerwert messen.

Die Berechnung des Serumgehaltes erfolgt nach der Formel:

$$\frac{\text{Extinktion Analyse}}{\text{Extinktion Standard}} \times 355 = \text{mg \% Chlorid}$$

3.2.3. Natrium- und Kalium-Bestimmung:

Die Bestimmung des Serumgehaltes an Natrium und Kalium erfolgte mit Hilfe des Flammenphotometers.

Meßgang: Es wird eine Verdünnung von 1 : 10 für Kalium und 1 : 1000 für Natrium hergestellt. Als Verdünnungsmittel kommt Aqua bidest. zur Verwendung. Die Wellenlänge beträgt 589 nm für Natrium und 768 nm für Kalium, die Spaltbreite 0,09 nm (Natrium) und 0,08 nm (Kalium).

Zur Einstellung des Gerätes ist eine Eichlösung notwendig. Die optimale meßbare Natriumkonzentration des Spektralphotometers P M Q II liegt bei 1 mg %. Es ergibt sich für die Eichlösung die Konzentration von 1 mg % Natrium und 3 mg % Kalium. Mit Hilfe dieser Eichlösung wird zunächst eine Eichkurve aufgestellt. Es muß vor jedem Meßvorgang das Gerät mit Hilfe der Eichlösung so eingestellt werden, daß der Schreiber den ermittelten Maximalausschlag (11,47 cm für Natrium, 12,7 cm für Kalium) anzeigt, um die anfänglich aufgestellte Eichkurve für den jeweiligen Meßvorgang verwenden zu können.

Tabelle 12: Ermittelte Natrium- und Kaliumwerte für die Eichkurven

Kalium		Natrium	
Konz. (mg%)	cm Ausschlag	Konz. (mg%)	cm Ausschlag
0,3	1,3	0,025	0,73
0,6	2,85	0,050	1,09
0,9	4,48	0,100	1,87
1,2	5,78	0,200	3,26
1,5	6,58	0,300	4,41
1,8	8,23	0,400	5,62
2,1	9,40	0,500	6,71
2,4	10,50	0,600	7,79
2,7	11,45	0,700	8,86
3,0	12,70	0,800	9,77
		0,900	10,58
		1,000	11,47

3.3. Statistische Methoden:

Aus den Werten der einzelnen Meßreihen ließen sich jeweils die Summe der Einzelwerte ($\sum x$), die Summe der Einzelwertquadrate ($\sum x^2$), der Mittelwert ($\bar{x}$) und die Standardabweichung ($\pm s$) berechnen. Die Prüfung, ob die Mittelwertdifferenzen als nur zufällig oder als statistisch gesichert anzusehen seien, erfolgte durch den t - Test nach STUDENT (SNEDECOR und COCHRAN, 1967), wenn nur zwei Meßreihen zu vergleichen waren. Über den ermittelten t - Wert konnte für den entsprechenden Freiheitsgrad ($f = n_1 + n_2 - 2$) in der Tabelle für die t - Verteilung mit zweiseitiger Fragestellung die Signifikanz ($p \leq 0{,}05$) festgestellt werden.

Zur Klärung der Frage, ob sich mehrere Einflußgrößen voneinander signifikant unterscheiden, kam die Varianzanalyse nach FISHER (1925) zur Anwendung. Bei dieser Methode mußte zur weiteren Abklärung, welche der Gruppen sich signifikant unterscheiden, anschließend ein t - Test mit einseitiger Fragestellung ($p \leq 0{,}01$) durchgeführt werden.

Über den zahlenmäßigen Zusammenhang zwischen zwei Variablen gibt der Korrelationskoeffizient (r) Auskunft.

3.4. Vorversuche

3.4.1. Doppelbestimmungen:

Um die Genauigkeit der ausgewählten Methoden zu überprüfen, wurden in Vorversuchen 15 Doppelbestimmungen für die Blutparameter Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium durchgeführt. Folgende Meßfehler waren dennoch bei den einzelnen Elektrolytbestimmungen zu berücksichtigen (Tabelle 13) (RENNER, 1970). Im Verlauf der Hauptversuchsreihen wurden die Doppelbestimmungen ständig zu Kontrollzwecken wiederholt.

Tabelle 13: Doppelbestimmungen, Calcium (mg %):

Probe	x_1	x_2	x_1-x_2	$(x_1-x_2)^2$
1	8,79	8,87	0,08	0,0064
2	9,33	9,39	0,06	0,0036
3	8,36	8,48	0,12	0,0144
4	9,39	9,36	0,03	0,0009
5	8,12	8,05	0,07	0,0049
6	8,42	8,45	0,03	0,0009
7	9,61	9,71	0,10	0,0100
8	10,29	10,32	0,03	0,0009
9	10,48	10,65	0,17	0,0289
10	10,47	10,69	0,22	0,0484
11	8,72	8,81	0,09	0,0081
12	10,40	10,40	0,00	0,0000
13	10,71	10,77	0,06	0,0036
14	8,49	8,61	0,12	0,0144
15	9,06	9,06	0,00	0,0000
$n = 15$				$\sum(x_1-x_2)^2 = 0,1454$

$s_{abs} = 0,0693$ $s_{rel} = 0,74\ \%$

Für die Bestimmungen des Calciumgehaltes im Serum ergab sich ein relativer Meßfehler von 0,74 %.

Tabelle 14: Doppelbestimmungen, Chlorid (mg %)

Probe	x_1	x_2	x_1-x_2	$(x_1-x_2)^2$
1	406,01	402,89	3,12	9,73
2	404,97	400,81	4,16	17,31
3	404,97	403,93	1,04	1,08
4	398,49	400,51	2,02	4,08
5	405,57	405,57	0,00	0,00
6	399,88	406,00	6,12	37,45
7	410,56	412,62	2,06	4,24
8	420,01	410,09	9,92	98,41
9	417,95	416,21	1,74	3,03
10	367,38	368,26	0,88	0,77
11	381,83	375,40	6,43	41,34
12	393,18	386,62	6,56	43,03
13	367,38	371,31	3,93	15,44
14	383,40	378,54	4,86	23,62
15	373,64	376,58	2,94	8,64
n = 15				$\sum (x_1-x_2)^2 =$ 308,17

$s_{abs} = 3,20$ $s_{rel} = 0,81$ %

Bei der Chloridbestimmung wurde ein relativer Meßfehler von 0,81 % ermittelt.

Tabelle 15: Doppelbestimmungen, Natrium (mg %):

Probe	x_1	x_2	x_1-x_2	$(x_1-x_2)^2$
1	358	332	26	676
2	285	292	7	49
3	273	292	19	361
4	285	292	7	49
5	268	260	8	64
6	285	265	20	400
7	285	292	7	49
8	315	315	0	0
9	310	323	13	169
10	282	285	3	9
11	265	276	11	121
12	273	276	3	9
13	276	276	0	0
14	250	250	0	0
15	282	285	3	9
n = 15				$\sum (x_1-x_2)^2 =$ 1965

$s_{abs} = 8{,}09$ $s_{rel} = 2{,}82\ \%$

Bei der Natriumbestimmung ergab sich ein relativer Meßfehler von 2,82 %.

Tabelle 16: Doppelbestimmungen, Kalium (mg %)

Probe	x_1	x_2	x_1-x_2	$(x_1-x_2)^2$
1	21,30	21,30	0,00	0,0000
2	18,45	18,69	0,24	0,0576
3	21,30	21,30	0,00	0,0000
4	18,15	18,00	0,15	0,0225
5	21,15	21,30	0,15	0,0225
6	20,55	20,85	0,30	0,0900
7	18,45	17,72	0,73	0,5329
8	20,67	20,55	0,12	0,0144
9	24,90	24,90	0,00	0,0000
10	24,30	24,30	0,00	0,0000
11	23,93	24,18	0,25	0,0625
12	21,05	21,05	0,00	0,0000
13	21,30	21,45	0,15	0,0225
14	17,90	18,75	0,85	0,7225
15	17,55	17,48	0,07	0,0049
n = 15				$\sum (x_1-x_2)^2 =$ 1,6819

$s_{abs} = 0,2369$ $s_{rel} = 1,14\ \%$

Der relative Meßfehler für die Kaliumbestimmung betrug 1,14 %.

3.4.2. Auswirkung verschiedener Lagerungsarten des Serums:

Über die Auswirkung verschiedener Lagerungsbedingungen auf den Mineralstoffgehalt im Serum gaben 15 Kontrolluntersuchungen Auskunft. Ein Teil des Serums gelangte sofort zur Verarbeitung, ein zweiter wurde bei + 4° C und ein dritter bei - 18° C für 24 Stunden aufbewahrt. Um eventuell bestehende Unterschiede zu ermitteln, wurden die Meßreihenwerte mit Hilfe der Varianzanalyse nach FISHER (1925) statistisch geprüft.

Die Differenzen der Durchschnittswerte für den Serumgehalt an Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium wichen nicht signifikant voneinander ab.

3.4.3. Konstanz des Serumkaliumgehaltes:

Weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Veränderlichkeit des Kaliumgehaltes. Bei längerem Stehenlassen des Vollblutes diffundieren Kaliumionen aus den Erythrozyten in das Serum und erhöhen den Serumkaliumgehalt (EISENHARDT, 1954; SANDER, 1956; SOMMER, 1956).

Je vier Blutproben von 15 Versuchstieren blieben bei + 4° C stehen. Die Zentrifugation erfolgte nach 1/2, 2, 4 und 6 Stunden.

Aufgrund der Varianzanalyse konnte keine statistisch zu sichernde Erhöhung des Serumkaliumgehaltes festgestellt werden.

Die Bedeutung des Materials der Zentrifugengläser für die Kaliumbestimmung sollte ein Vergleich von 15 Proben, jeweils in Polypropylengefäßen (Sorvall, Connecticut, USA) und in Glasröhrchen (Jenaer Glas, Schott, Mainz) verarbeitet, zeigen.

Zur Überprüfung der letztgenannten Untersuchungen wurde der t - Test durchgeführt. Auch hier ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

4. ERGEBNISSE

4.1. Calcium

4.1.1. Rinder

Der Serumcalciumgehalt von 32 hochgraviden Rindern mit ungestörtem Allgemeinbefinden wurde vor der Geburt in der Zeit vom 10.- 1.Tag a.p. bestimmt. Kalbinnen (primiparae) wiesen in dieser Zeit Serumcalciumwerte von 9,01 ± 0,33 mg % ($\bar{x}$ ± s) auf. Kühe (pluriparae) hatten in derselben antepartalen Periode einen bereits etwas geringeren Calciumspiegel (8,87 ± 0,81 mg %).

Im Zusammenhang mit dem Geburtsgeschehen kam es bei Rindern beider Altersgruppen zu einem erheblichen Absinken des Calciumgehaltes im Blutserum. Nach komplikationslosen Geburten konnte bei Kalbinnen das niedrigste Niveau der Calciumwerte im Blut 48 Stunden nach der Geburt mit 8,47 ± 0,69 mg % gemessen werden. Dieser Abfall ließ sich mit $p \leq 0,01$ gegenüber dem antepartalen Wert sichern. Danach schloß sich ein allmählicher Anstieg der Calciumblutwerte bei Primiparen an, so daß 96 Stunden p.p. der Calciumspiegel bei 8,99 ± 1,02 mg % lag. Nach einem erneuten minimalen, kurzzeitigen Absinken stieg der Serumcalciumgehalt bis zur 216. Stunde p.p. allmählich auf 9,10 ± 0,78 mg % an.

Bei 16 zur Verfügung stehenden Kühen mit Normalgeburten lag das Minimum des Calciumgehaltes im Blutserum zum Zeitpunkt der Geburt bei 7,90 ± 0,93 mg % ($p \leq 0,01$). Es war damit wesentlich niedriger als bei den Erstgebärenden. Die geburtsbedingte latente Hypocalcaemie konnte bis zu 72 Stunden p.p. statistisch gesichert werden. In den fol-

Tabelle 17 : Serumcalciumgehalt (mg %) bei Kalbinnen und Kühen nach Normalgeburten

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Kalbinnen											
$\bar{x}$	9,01	8,89	8,83	8,75	8,71	8,47	8,65	8,99	8,92	8,76	9,10
$\pm s$	0,33	0,47	0,73	0,68	0,60	0,69	0,74	1,02	1,37	0,71	0,78
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Kühe											
$\bar{x}$	8,87	9,32	7,90	8,04	7,99	8,05	8,48	8,61	8,53	8,90	8,71
$\pm s$	0,81	1,24	0,93	0,79	1,03	1,06	1,11	1,07	0,84	1,16	1,15
n	15	8	16	14	16	16	16	16	14	13	13
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			0,01	0,01	0,02	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

genden Tagen kam es zu einem allmählichen Anstieg. Erst nach 168 Stunden war ein Calciumniveau von 8,90 ± 1,16 mg % erreicht. Die Calciumwerte im Serum von Kühen und Kalbinnen sind in Tabelle 17 wiedergegeben.

Der Vergleich des Serumcalciumgehaltes Erstgebärender mit älteren Tieren (Tabelle 18) zeigte, daß er bei Kühen wesentlich stärker absank als bei Kalbinnen. Bis 24 Stunden p.p. lag er signifikant unter dem der Primiparen ($p \leq$ 0,01-0,05).

Tabelle 18: Calciumgehalt (mg %) im Blutserum von Kalbinnen und Kühen bis 24 Stunden nach der Geburt ($\bar{x} \pm s$)

	a.p.	0	12	24 Std.p.p.
Kalbinnen	9,01 ± 0,33	8,83 ± 0,73	8,75 ± 0,68	8,71 ±0,60
Kühe	8,87 ± 0,81	7,90 ± 0,93	8,04 ± 0,79	7,99 ±1,03
Diff. $p \leq$		0,01	0,02	0,05

Sowohl nach Schwergeburten per vias naturales (p.v.n.) als auch nach operativ beendeten Geburten fiel der Calciumserumgehalt bei den Muttertieren stärker ab, als nach komplikationslosen Geburten. Unmittelbar nach dem Partus konnten bei Kalbinnen Werte von 8,26 ± 0,82 mg % (S G p.v.n.) und 8,05 ± 1,00 mg % (S C) gemessen werden. Das Minimum für den Serumcalciumspiegel lag nach Schwergeburten p.v.n. bei 8,00 ± 0,84 mg % am dritten Tag post partum.

Tabelle 19 : Serumcalciumgehalt (mg %) bei Kalbinnen nach Normalgeburten (NG) , Schwergeburten per vias naturales (SG p.v.n.) , Sectio caesarea (SC)

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	9.01	8,89	8,8 3	8,75	8,71	8,47	8,65	8,99	8,92	8,76	9,10
$\pm s$	0,33	0,47	0,73	0,68	0,60	0,69	0,74	1,02	1,37	0,71	0,78
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			8,26	8,34	8,10	8,20	8,00	8,02	8,27	8,39	8,11
$\pm s$			0,82	1,06	0,93	0,87	0,84	1,02	0,73	0,65	0,46
n			14	15	15	15	12	9	9	7	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			8,05	7,75	8,02	7,89	8,09	7 ,98	8,31	8,82	9,02
$\pm s$			1,00	0,97	0,98	0,90	1,65	1,09	0,74	0,74	0,61
n			15	15	16	16	16	16	16	14	13
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			0,01	0,01	n.s.	n.s.	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	n.s.

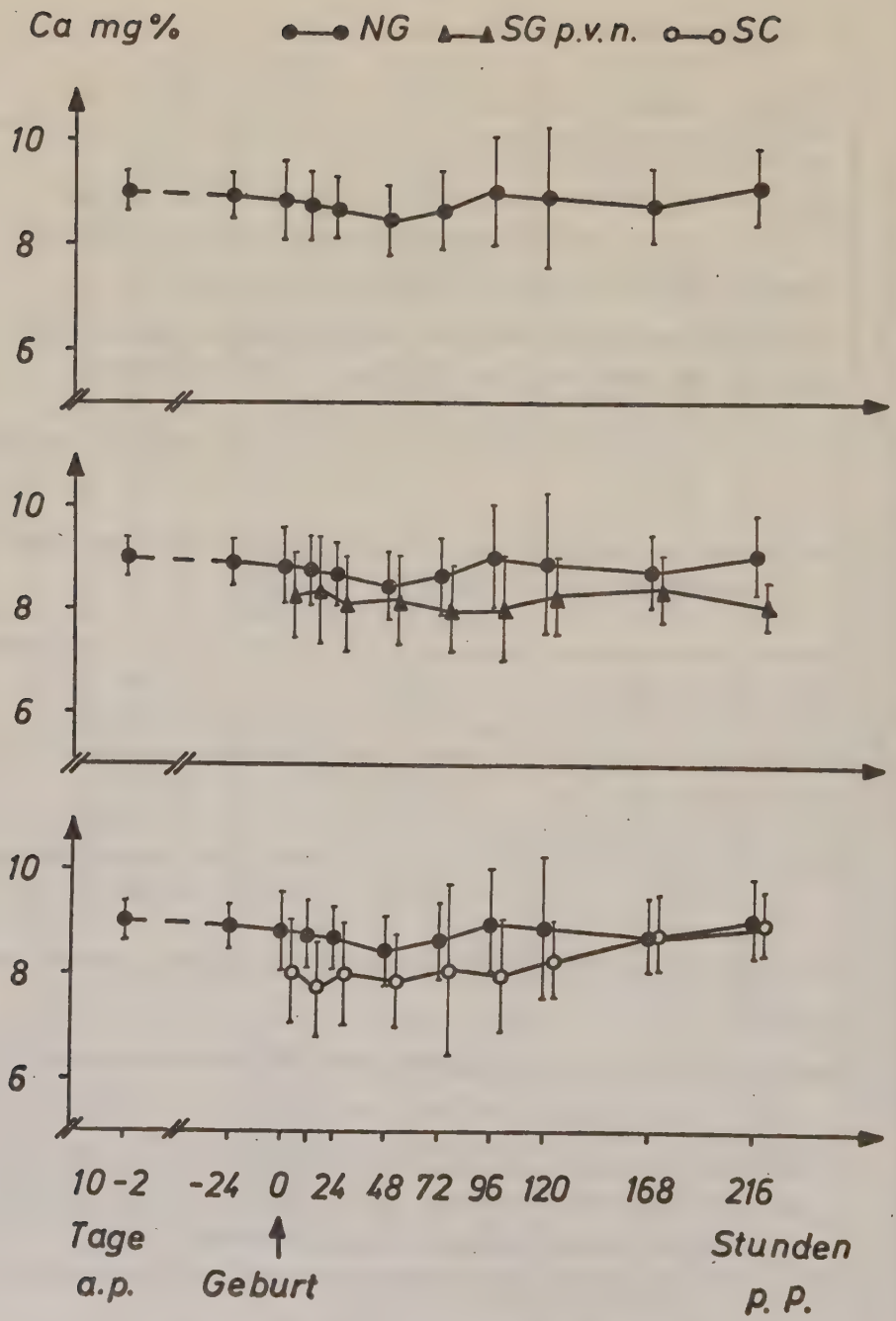


Abb. 3 : Serumcalciumgehalt bei Kalbinnen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

Der Anstieg der Calciumwerte erfolgte nur langsam. 9 Tage nach der Geburt betrug der Serumcalciumgehalt 8,11 ± 0,46 mg % und lag damit noch deutlich unter den antepartal ermittelten Werten.Nach geburtshilflichen Laparotomien sank der Calciumspiegel im Serum von Kalbinnen 12 Stunden p.p. auf das niedrigste Niveau (7,75 ± 0,97 mg %). Auch hier kam es zu einem nur allmählichen Wiederanstieg (s. Tabelle 19 und Abb. 3).

Noch tiefer sanken die Calciumwerte im Blutserum älterer Tiere nach der Geburt. Hier lag der niedrigste Serumcalciumgehalt nach Schwergeburten p.v.n. bei 7,39 ± 1,30 mg % 24 Stunden p.p. und unmittelbar nach Geburten (Stunde 0), die operativ beendet werden mußten, bei 7,26 ± 1,09 mg %. Ähnlich wie bei den Kalbinnen kam es nach Geburten mit Komplikationen zu einem verlangsamten Ansteigen des Serumcalciumspiegels in der puerperalen Periode. Die latente Hypocalcaemieperiode blieb bei ihnen über einen längeren Zeitraum hinweg erhalten, als bei den primiparen Tieren (siehe Tabelle 20 und Abb.4).

Tabelle 20 : Serumcalciumgehalt (mg%) bei Kühen nach Normalgeburten (NG) , Schwer - geburten per vias naturales (SG p.v.n.) , Sectio caesarea (SC)

	10 -2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	8,87	9,32	7,90	8,04	7,99	8,05	8,48	8,61	8,53	8,90	8,71
$\pm s$	0,81	1,24	0,93	0,79	1,03	1,06	1,11	1,07	0,84	1,16	1,15
n	15	8	16	14	16	16	16	16	14	13	13
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			7,80	7,43	7,39	7,61	8,00	8,54	8,33	8,21	7,92
$\pm s$			1,29	1,34	1,30	1,24	0,95	1,03	1,48	1,14	0,88
n			16	17	17	16	16	13	10	9	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			7,26	7,71	7,47	7,56	7,55	7,56	7,55	8,20	8,40
$\pm s$			1,09	1,37	1,47	1,41	0,99	0,87	0,71	1,14	0,87
n			14	16	17	17	17	16	16	16	16
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,01	0,01	0,001	n.s.	n.s.

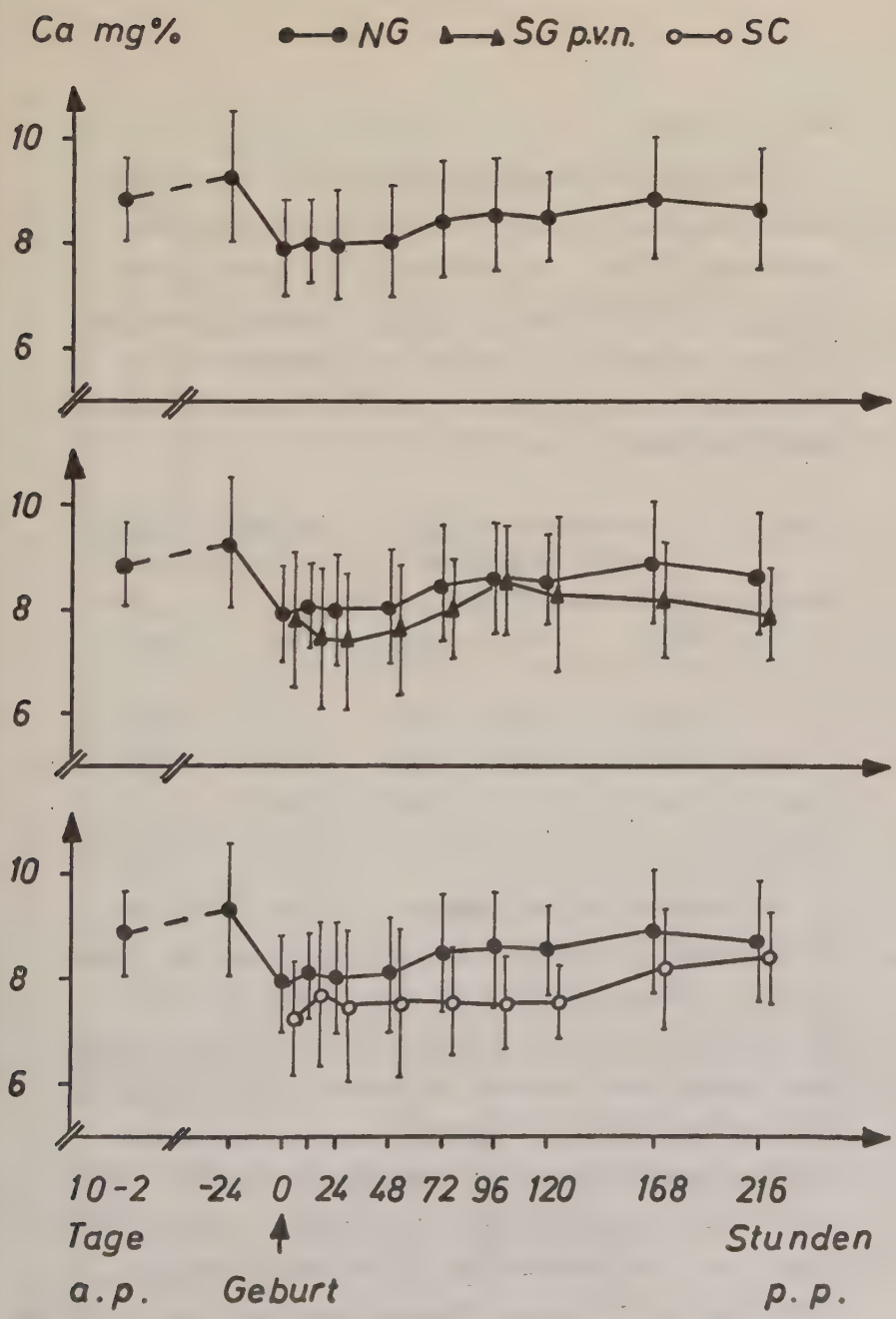


Abb.4: Serumcalciumgehalt bei Kühen nach Normalgeburten, Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

4.1.2. Schafe

Die Blutuntersuchungen an 17 gesunden, weiblichen, ingraviden Schafen ergaben einen durchschnittlichen Calciumgehalt von 9,54 ± 0,94 mg %. Die Messungen wurden in den Monaten Juli, November, Dezember, Januar und Februar durchgeführt. Abgesehen vom Dezemberwert bewegte sich der in den anderen Monaten bestimmte Calciumgehalt zwischen 9,6 und 9,9 mg %.

Tabelle 21: Calciumgehalt (mg %) im Blutserum ingravider Schafe in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	Juli	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.
$\bar{x}$	9,93	9,62	8,67	9,57	9,95
± s	0,94	0,66	1,05	0,75	0,77
n	10	12	12	12	12

Im Gegensatz zu den ingraviden Schafen betrug der Calciumgehalt im Blutserum gravider Schafe in der vorgeburtlichen Periode (10. - 1. Tg. a.p.) 8,69 ± 0,79 mg %. Er lag damit weit unter den ermittelten Werten für ingravide Schafe. Hier wie auch im weiteren Verlauf konnte eine jahreszeitliche Abhängigkeit zwischen dem Serumcalciumspiegel und den drei Lammperioden (Januar, Februar, März; Juli, August, September und Oktober, November) nicht statistisch gesichert werden. Die Grenzen lagen bei 8,28 ± 1,03 mg % (Januar, Februar, März) und 8,86 ± 0,75 mg% (Oktober, November).

Tabelle 22 : Serumcalciumgehalt (mg %) bei Schafen nach Normalgeburten .

	10. - 1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
$\bar{x}$	8,69	8,79	8,83	8,58	8,54	8,74	8,90	8,87	8,93	8,78
± s	0,79	0,88	0,77	0,96	0,77	0,83	0,91	0,78	0,99	0,92
n	31	32	32	32	33	33	33	33	33	33
Sign.Diff.(p ≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 23 : Serumchloridgehalt (mg %) bei Schafen nach Normalgeburten

$\bar{x}$	383,8	384,0	396,0	392,2	386,4	385,9	385,1	381,2	381,9	386,6
±s	20,5	26,3	35,2	29,8	22,7	25,1	26,4	19,0	25,9	20,8
n	30	32	32	32	33	33	33	33	33	33
Sign.Diff.(p ≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

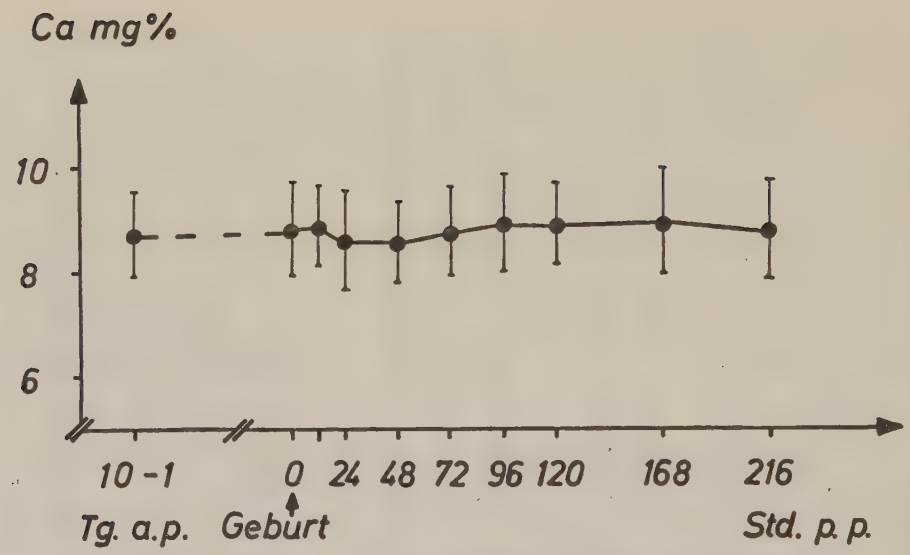


Abb. 5 : Serumcalciumgehalt bei Schafen nach Normalgeburten .

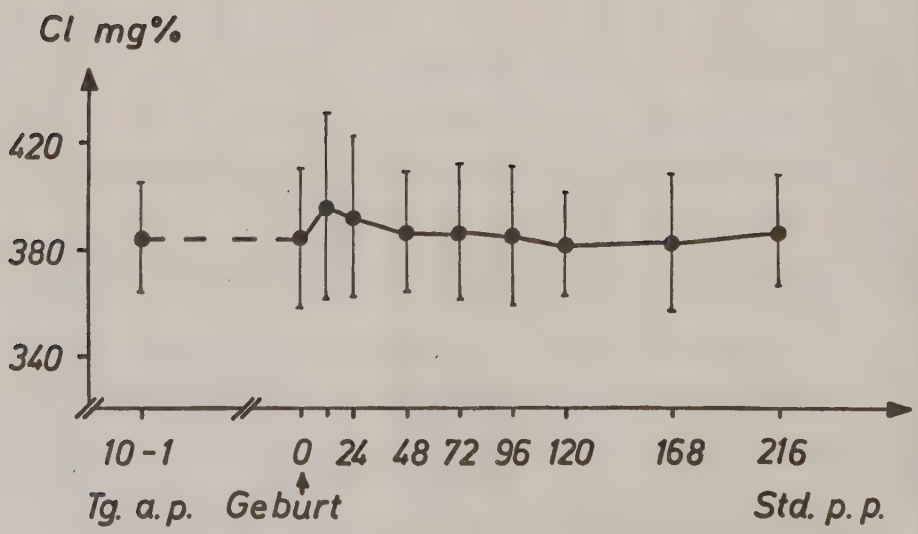


Abb. 6 : Serumchloridgehalt bei Schafen nach Normalgeburten .

Nach der Geburt blieben die Serumcalciumwerte abgesehen von kleineren Abweichungen konstant. Das Calciumniveau differierte zwischen 8,54 ± 0,77 mg % am 2. Tag p.p. und 8,93 ± 0,99 mg % am 7. Tag nach der Lammung (siehe Tabelle 22 und Abb. 5).

Bei dem für die Untersuchung vorliegenden Material fiel auf, daß 33 % der Tiere bereits a.p. subnormale Calciumwerte (8,00 ± 0,69 mg %) aufwiesen. Im weiteren Verlauf der peripartalen Periode stieg der Serumcalciumgehalt bei ihnen unmittelbar nach der Geburt auf 8,63 ± 1,11 mg % zu einem Maximum an. Im gesamten Untersuchungszeitraum blieb der Calciumspiegel im subnormalen Bereich. Aber trotz genauer wiederholter klinischer Untersuchungen waren keine Symptome gegeben, die auf eine akute Calciummangelsituation schließen ließen.

Die übrigen 66 % zeigten vor der Geburt einen Serumcalciumgehalt von 9,06 ± 0,58 mg %, der dem der ingraviden Schafe entsprach. Der Calciumspiegel dieser Probanden blieb auch nach der Geburt und im Frühpuerperium nahezu konstant (Verteilung der Lammungen: siehe Tabelle 24 und Abb. 7).

Tabelle 24 : Serumcalciumgehalt (mg%) bei Schafen nach Normalgeburten mit normalen und subnormalen antepartalen Calciumwerten .

	10.- 1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
$\bar{x}$	9,06	8,87	9,02	8,79	8,81	9,03	9,20	9,01	9,14	9,12
$\pm s$	0,58	0,76	0,70	0,82	0,64	0,57	0,79	0,77	1,01	0,81
n	19	21	21	21	22	22	22	22	22	22
Sign.Diff.(p≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

$\bar{x}$	8,00	8,63	8,34	8,18	8,00	8,17	8,31	8,60	8,41	8,08
$\pm s$	0,69	1,11	0,67	1,11	0,73	0,99	0,84	0,77	0,93	0,71
n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Sign.Diff.(p≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

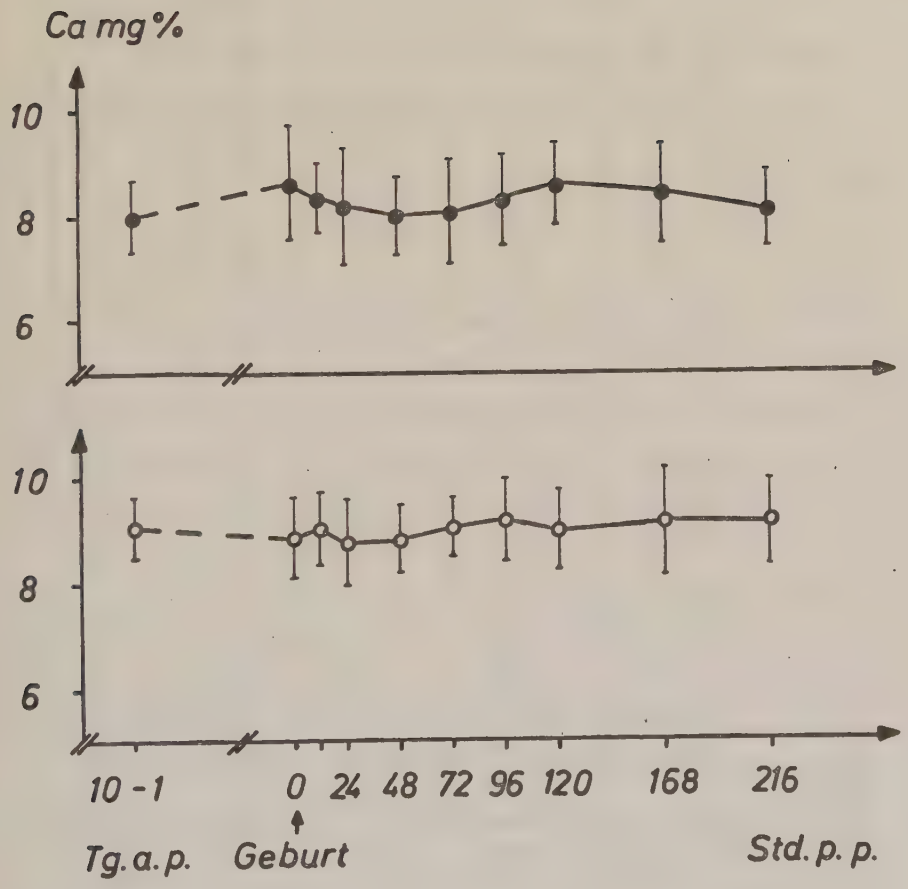


Abb. 7 : Serumcalciumgehalt bei Schafen nach Normalgeburten mit subnormalen und normalen antepartalen Werten .

Tabelle 25 : Serumchloridgehalt (mg %) bei Kalbinnen und Kühen nach Normalgeburten .

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Kalbinnen											
$\bar{x}$	377,1	368,7	383,3	375,1	374,9	375,0	368,4	368,9	360,7	375,5	360,0
$\pm s$	22,0	26,7	19,4	16,9	27,7	23,9	25,6	16,4	20,0	28,5	30,4
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	n.s.
$r = -0,7612$ $p \leq 0,01$											
Kühe											
$\bar{x}$	387,1	398,5	378,2	368,5	368,1	367,3	366,0	362,0	362,3	354,0	373,2
$\pm s$	29,2	34,5	34,6	35,7	29,5	22,4	21,6	17,5	22,6	23,4	29,6
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05	0,01	0,02	0,01	n.s.
$r = -0,6898$ $p \leq 0,05$											

4.2. Chlorid

4.2.1. Rinder

Die vorgeburtlichen Untersuchungsergebnisse für primipare und pluripare Rinder wichen kaum voneinander ab. In der antepartalen Periode (bis zu 10 Tagen a.p.) konnte im Serum von Kalbinnen ein Chloridgehalt von 377,1 ± 22,0 mg% und in dem älterer Kühe einer von 387,1 ± 29,2 mg % gemessen werden.

Bei den Erstgebärenden wies das Serum seinen höchsten Gehalt an Chlorid unmittelbar nach der Geburt auf (383,3 ± 19,4 mg %). Danach sank er bis zum 9. Untersuchungstag p.p. auf 360,0 ± 30,4 mg %. Der Abfall des Serumchloridspiegels in Abhängigkeit von der Zeit nach der Geburt konnte statistisch gesichert werden ($r = -0,7612$; $p \leq 0,01$).

Ähnlich verhielt sich der Serumchloridgehalt der Kühe. Hier lag das höchste Chloridniveau im Blut bereits einen Tag ante partum (398,5 ± 34,5 mg %) (s. Tabelle 25). Im folgenden sank der Chloridgehalt bis zum Tiefststand 168 Stunden nach der Geburt (354,0 ± 23,4). Wie bei den Kalbinnen konnte auch für die pluriparen Rinder die zeitabhängige Senkung des Chloridspiegels während des Frühpuerperiums statistisch gesichert werden ($r = -0,6898$; $p \leq 0,05$).

Im Gegensatz zu Normalgeburten blieben die Werte des Serumchlorides nach Schwergeburten p.v.n. und geburtshilflichen Laparotomien sowohl bei Kalbinnen als auch bei Kühen nahezu konstant. Es fiel auf, daß das Serum von Kalbinnen bei Schwergeburten unmittelbar nach dem Partus signifikant niedrigere Werte aufwies als das derjeniger, die komplikationslos abgekalbt hatten ($p \leq 0,01$) (s. Tabelle 26 und 27; Abb. 8 und 9).

Tabelle 26 : Geburtsverlauf NG : SG p.v.n. u. SC
Serumchloridgehalt bei Kalbinnen nach Normalgeburten (NG), Schwer - geburten per vias naturales (SG p.v.n.) u. Sectio caesarea (SC)

	10 -2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	377,1	368,7	383,3	375,1	374,9	375,0	368,4	368,9	360,7	375,5	360,0
$\pm s$	22,0	26,7	19,4	16,9	27,7	23,9	25,6	16,4	20,0	28,5	30,4
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			366,4	372,4	373,1	380,4	373,6	362,0	372,8	377,6	368,7
$\pm s$			15,6	15,4	21,7	24,0	19,2	22,5	25,9	18,8	22,9
n			14	15	15	15	12	9	9	7	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			363,5	363,0	360,3	376,1	366,5	363,2	360,1	362,0	363,9
$\pm s$			31,9	27,0	22,2	26,2	22,6	28,6	32,9	24,6	23,6
n			16	16	16	16	16	16	16	14	13
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 27 : Serumchloridgehalt (mg %) bei Kühen nach Normalgeburten (NG) , Schwer - geburten per vias naturales (SG p.v.n.) und Sectio caesarea (SG)

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	387,1	398,5	378,2	368,5	368,1	367,3	366,0	362,0	362,3	354,0	373,2
$\pm s$	29,2	34,5	34,6	35,7	29,5	22,4	21,6	17,5	22,6	23,4	29,6
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			359,1	363,2	363,5	358,0	352,1	367,3	364,4	355,7	367,4
$\pm s$			35,1	24,8	28,6	31,0	28,8	26,0	39,4	16,4	13,4
n			16	17	17	16	16	13	10	9	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			362,4	353,8	365,3	351,9	365,7	371,4	369,5	370,1	368,7
$\pm s$			19,8	18,6	39,4	47,6	25,6	38,4	22,7	34,6	22,4
n			15	16	17	17	17	16	16	16	16
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

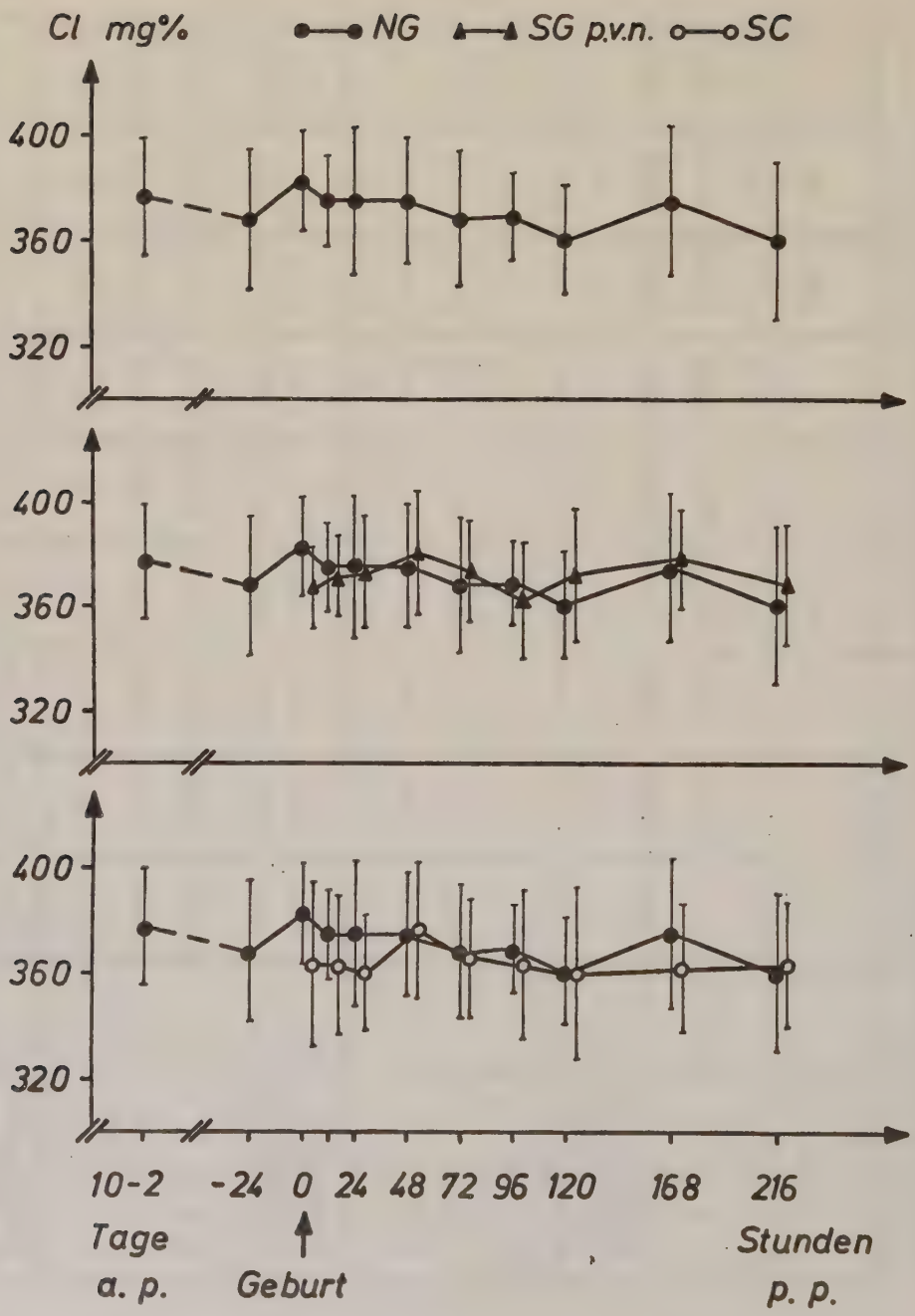


Abb. 8 : Serumchloridgehalt bei Kalbinnen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

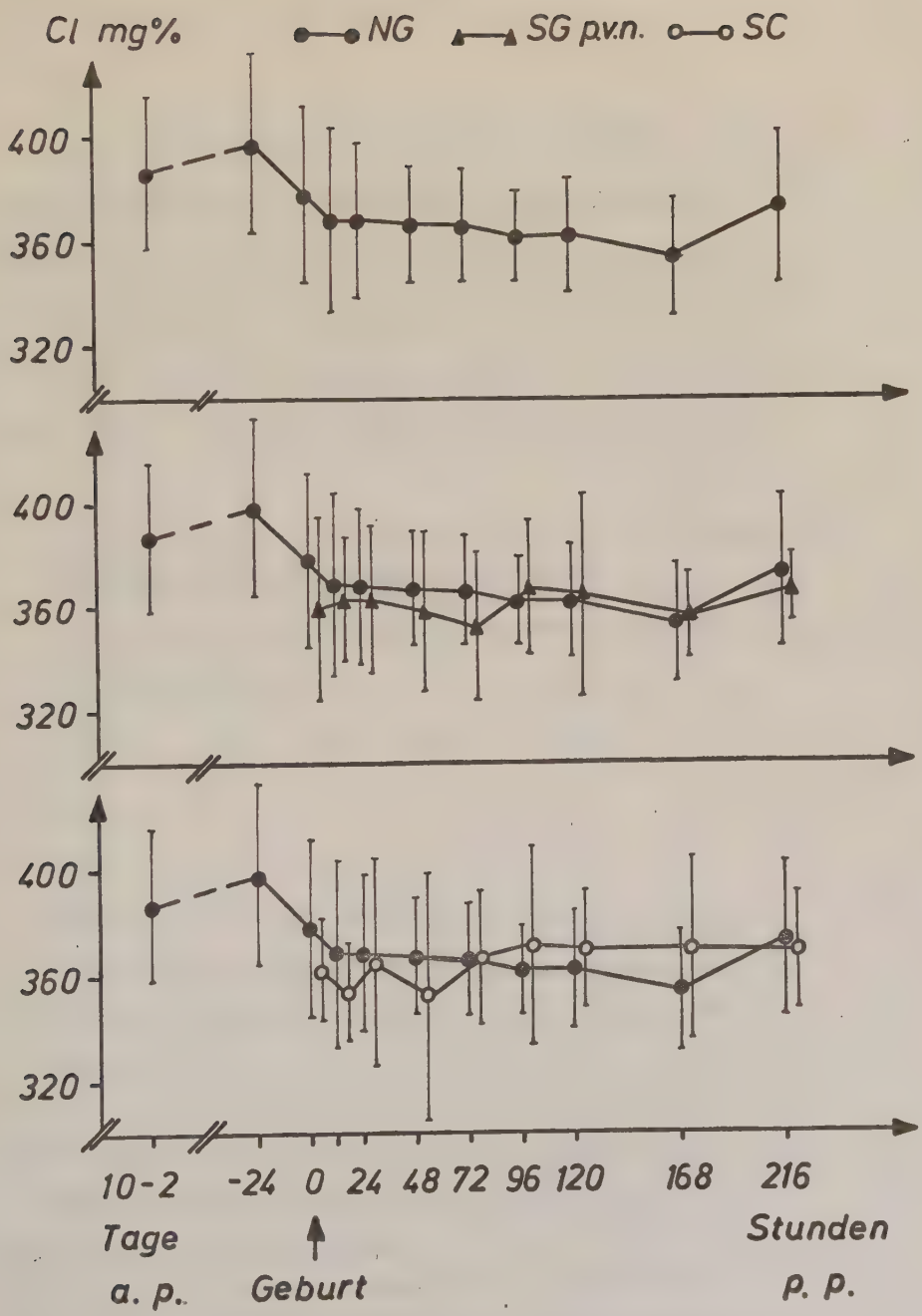


Abb. 9 : Serumchloridgehalt bei Kühen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

4.2.2. Schafe

Die untersuchten Schafe wiesen in ingravidem Zustand einen Serumchloridgehalt von 395,7 ± 34,3 mg % auf. Die monatlichen Untersuchungsergebnisse zeigten eine Abnahme während der Herbst- und Winterperiode bis zu einem Minimum von 358,6 ± 14,9 mg % im Dezember und einem Wiederanstieg in der ersten Jahreshälfte auf 447,1 ± 30,5 mg % im Juli.

Tabelle 28: Chloridgehalt (mg %) im Serum ingravider Schafe in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	Juli	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.
$\bar{x}$	447,1	408,1	358,6	387,2	386,7
± s	30,5	12,2	14,9	23,3	14,7
n	10	12	12	12	12

Bei hochgraviden Schafen ließen sich in den 10 letzten Tagen vor dem Ablammen Chloridwerte im Blut von 383,8 ± 20,5 mg % messen. Es bestand also in etwa das gleiche Niveau wie im nichtträchtigen Zustand.

Nach der Geburt stieg der Chloridspiegel ähnlich wie beim Rind geringfügig an. Das Maximum wurde 12 Stunden p.p. erreicht (396,0 ± 35,2 mg %). In den folgenden Tagen des Frühpuerperiums sank der Chloridgehalt im Serum ständig ab, bis er 120 Stunden nach der Geburt den niedrigsten Stand bei 381,2 ± 19,0 mg % erreicht hatte.

Die geburtsbedingten Änderungen im Blutspiegel an Chlorid konnten aber statistisch nicht abgesichert werden (siehe Tabelle 23 und Abb. 6).

Der Vergleich des Chloridspiegels im Schafserum nach der Geburt zu den verschiedenen Jahreszeiten ergab, daß im Sommer (Juli, August, September) die Werte höher lagen als in den Vergleichsmonaten Oktober, November und Januar, Februar, März. Die Chloridkonzentration unterschied sich signifikant am 2., 3. und 9. Tag p.p. bei Sommerablammungen gegenüber denen im Herbst und Winter. Die jahreszeitlichen Einflüsse auf den Serumchloridgehalt bei Schafen sind offenbar von größerer Bedeutung als die geburtsbedingten (siehe Tabelle 29).

Tabelle 29 : Serumchloridgehalt (mg %) bei Schafen zur Zeit um die Geburt in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	10 -1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Juli, August, Sept.										
$\bar{x}$	391,0	385,0	40 2,2	394,9	395,5	402,3	392,3	385,7	390,6	402,0
$\pm s$	27,2	30,2	37,9	25,7	25,8	13,4	16,4	15,2	29,1	22,4
n	9	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Okt., Nov.										
$\bar{x}$	381,0	384,9	401,4	395,9	389,3	378,8	382,4	381,7	384,7	377,7
$\pm s$	21,0	23,7	38,0	31,3	17,9	27,4	29,2	24,0	20,2	17,8
n	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14
Jan., Feb., März										
$\bar{x}$	381,5	381,2	385,1	382,2	368,7	375,6	380,0	374,1	365,1	380,8
$\pm s$	9,8	28,0	40,3	33,9	17,5	24,0	33,0	12,5	25,4	10,0
n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Diff. p ≤	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	0,01

4.3. Natrium

4.3.1. Rinder

Die 10 Tage vor dem Geburtstermin ermittelten Natriumwerte im Blut waren für Erstgebärende und Rinder, die schon mindestens einmal abgekalbt hatten, ebenso wie beim Chlorid nahezu gleich (Kalbinnen: 315,3 ± 46,1 mg %; Kühe: 316,7 ± 71,7 mg %).

Für die Kalbinnen lag der in der vorgeburtlichen Periode bestimmte Meßwert des Serumnatriums am höchsten. Er sank allmählich ab, war 24, 72 und 96 Stunden p.p. signifikant niedriger ($p \leq 0{,}01 - 0{,}05$) als vor der Geburt. Das Natriumniveau erreichte am 3. Tag nach der Geburt sein Minimum (266,6 ± 55,5 mg %). In den folgenden Tagen stieg der Natriumgehalt im Blutserum bei ihnen bis zum 9. Tag p.p. wieder auf 303,3 ± 44,9 mg % an. Eine derartige Verminderung des Natriumspiegels im Blutserum war bei den Kühen nicht zu verzeichnen. Es blieb bis auf gewisse Schwankungsbreiten von einem Tag zum anderen auf der gleichen Höhe (siehe Tabelle 30).

Bei einem Vergleich des Serumnatriumgehaltes von Kalbinnen und Kühen in der peripartalen Periode ließ sich die Tendenz erkennen, daß die Natriumwerte bei den Rindern, die schon mehrmals abgekalbt hatten, anstiegen. Der höhere Natriumspiegel bei Kühen war lediglich 24, 72 und 120 Stunden nach komplikationslosen Geburten statistisch zu sichern ($p \leq 0{,}05$).

Tabelle 30 : Serumnatriumgehalt (mg %) bei Kalbinnen und Kühen nach Normalgeburten .

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Kalbinnen											
$\bar{x}$	315,3	302,3	293,2	291,1	275,0	295,9	266,6	278,1	279,1	288,7	303,3
±s	46,1	74,1	50,9	56,3	52,1	57,2	55,5	47,0	52,8	61,7	44,9
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
Sign. Diff. (p ≤) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	0,05	n.s.	0,01	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Kühe											
$\bar{x}$	316,7	328,0	318,3	314,3	319,5	323,9	309,7	305,4	321,9	320,4	304,1
±s	71,7	81,2	52,5	56,9	55,6	55,6	48,7	61,3	41,9	41,4	26,9
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
Sign. Diff. (p ≤) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 31: Natriumgehalt (mg %) im Serum von Kalbinnen und Kühen nach Normalgeburten ($\bar{x} \pm s$)

Stunden p.p.	24	72	120
Kalbinnen	275,0 ± 52,1	266,6 ± 55,5	279,1 ± 52,8
Kühe	319,5 ± 55,6	309,7 ± 48,7	321,9 ± 41,9
Diff. ps	0,05	0,05	0,05

Eine Abhängigkeit des Serumnatriumgehaltes beim Rind vom unterschiedlichen Geburtsverlauf (Normalgeburt, Schwergeburt p.v.n., Sectio caesarea) war statistisch nicht zu sichern (siehe Tabelle 32 und 33; Abb. 10 und 11).

Tabelle 32 : Serumnatriumgehalt (mg%) bei Kalbinnen nach Normalgeburten (NG) , Schwergeburten per vias naturales (SG p.v.n.) , Sectio caesarea (SG)

	10 -2 Tg.a.p.	1 Tg.p.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	315,3	302,3	293,2	291,1	275,0	295,9	266,6	278,1	279,1	288,7	303,3
$\pm s$	46,1	74,1	50,9	56,3	52,1	57,2	55,5	47,0	52,8	61,7	44,9
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
SG p v.n.											
$\bar{x}$			312,5	301,0	287,1	297,3	303,7	278,7	294,1	279,1	276,3
$\pm s$			22,6	51,7	47,1	50,9	44,6	37,3	39,8	52,1	53,0
n			14	15	15	15	12	9	9	7	6
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			274,5	257,6	278,1	276,7	278,3	272,6	286,9	268,7	276,1
$\pm s$			54,9	52,7	61,2	52,9	58,7	32,3	53,5	43,1	57,8
n			16	16	16	16	16	16	16	14	13
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 33 : Serumnatriumgehalt (mg %) bei Kühen nach Normalgeburten (NG) , Schwer - geburten per vias naturales (SG p.v.n.) , Sectio caeserea (SC)

	10 -2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.n.
NG											
$\bar{x}$	316,7	328,0	318,3	314,3	319,5	323,9	309,7	305,4	321,9	320,4	304,1
$\pm s$	71,7	81,2	52,5	56,9	55,6	55,6	48,7	61,3	41,9	41,4	26,9
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			296,8	304,7	290,6	294,6	304,4	283,1	298,6	290,1	279,8
$\pm s$			36,5	43,1	40,2	38,2	41,9	51,6	27,6	41,1	29,7
n			16	17	17	16	16	13	10	9	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			293,3	291,8	295,4	292,7	308,9	294,9	297,3	290,4	279,4
$\pm s$			57,6	62,5	55,9	65,8	72,8	62,0	77,4	65,3	59,8
n			15	16	17	17	17	16	16	16	16
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

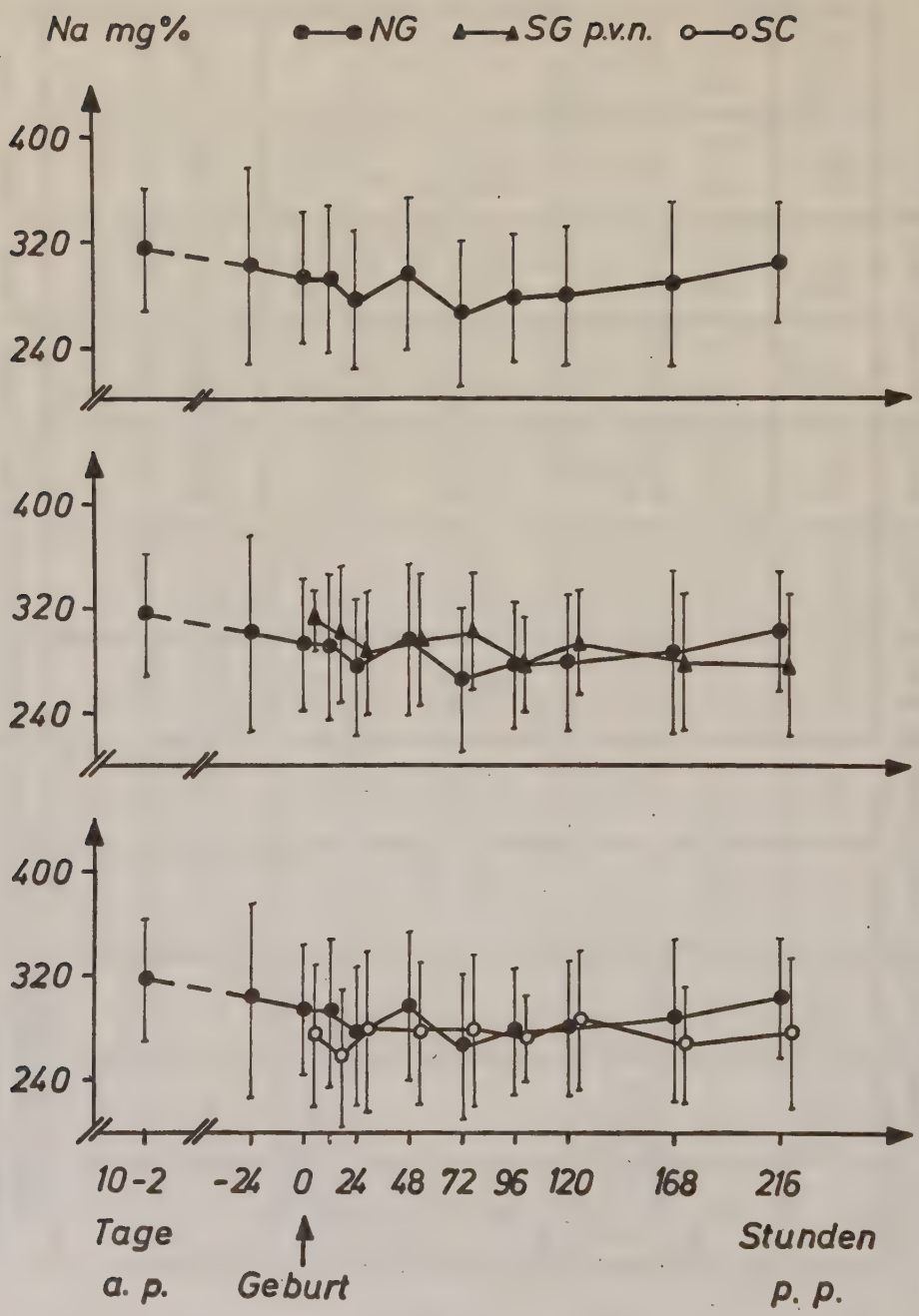


Abb. 1o : Serumnatriumgehalt bei Kalbinnen nach Normalgeburten, Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

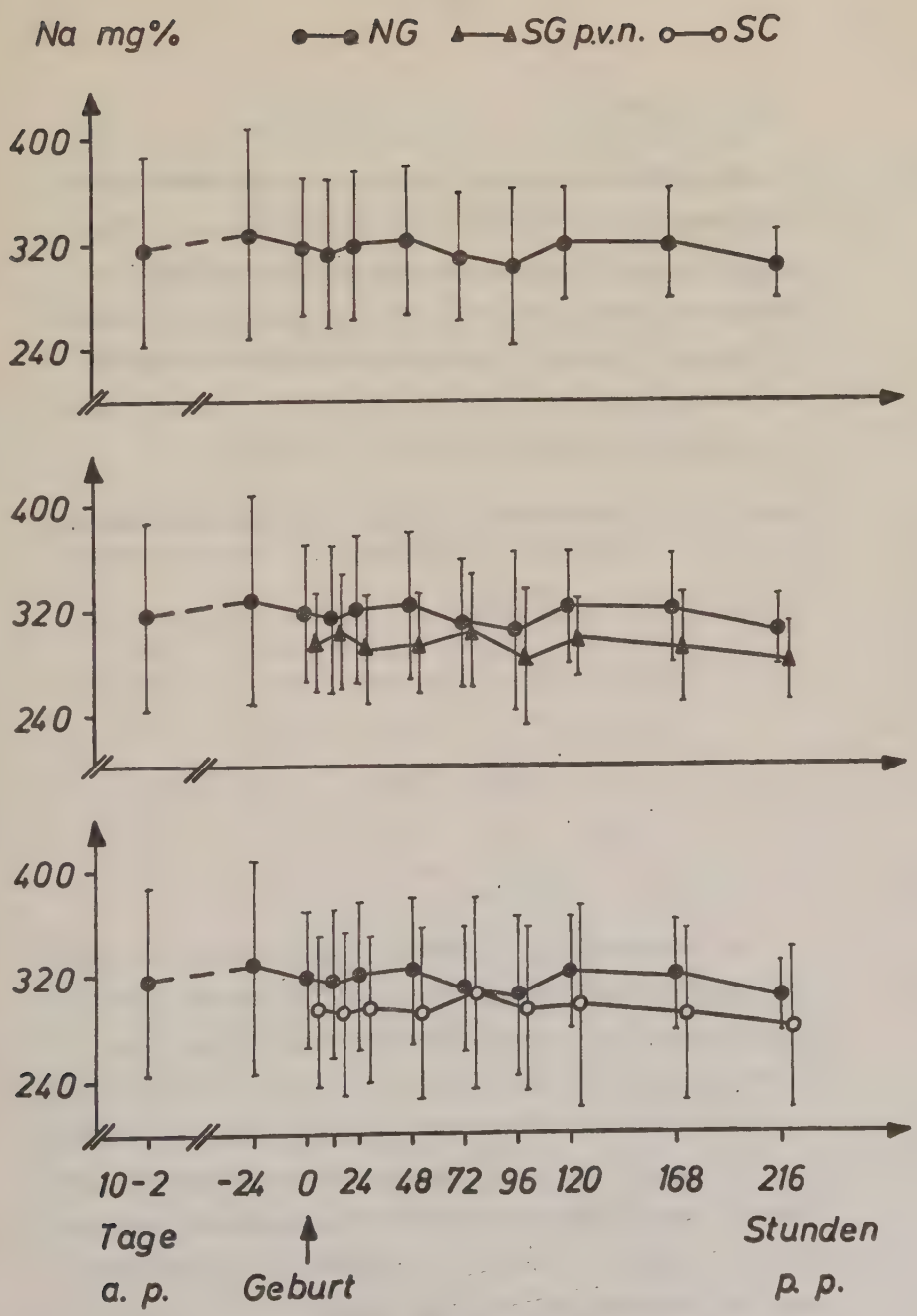


Abb. 11 : Serumnatriumgehalt bei Kühen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

4.3.2. Schafe

Nichtträchtige Schafe zeigten im Durchschnitt einen Natriumgehalt im Blutserum von 320,3 ± 31,4 mg %. Im Gegensatz zum Chlorid konnte ein Anstieg des Natriumniveaus im Winter gegenüber dem des Sommers und Herbstes festgestellt werden. Die niedrigste Konzentration lag bei diesen Probanden im Juli mit 294,6 ± 23,9 mg % und die höchste im Januar mit 341,8 ± 33,1 mg %.

Tabelle 34: Natriumgehalt (mg %) im Blutserum ingravider Schafe in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	Juli	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.
$\bar{x}$	294,6	305,5	319,9	341,8	335,3
± s	23,9	28,1	24,0	33,1	24,3
n	10	12	12	12	12

Der vorgeburtlich ermittelte Natriumspiegel im Serum der Schafe betrug 319,5 ± 30,4 mg %. Er war also dem Natriumgehalt der ingraviden Tiere vergleichbar. Unmittelbar nach dem Geburtsgeschehen kam es zu einem deutlicheren Abfall der Natriumwerte als beim Rind. Vom 2. Tag p.p. an konnten über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg signifikant erniedrigte Konzentrationen gemessen werden ($p \leq 0{,}001 - 0{,}005$). Das Minimum lag 168 Stunden nach der Lammung (281,6 ± 41,2 mg %).

Der Abfall des Natriumspiegels im Blutserum in Abhängigkeit von der Zeit im Frühpuerperium ist signifikant ($r = -0,7905$; $p \leq 0,01$) (siehe Tabelle 35 und Abb. 12).

Ein Einfluß der Jahreszeiten auf den Natriumgehalt im Schafserum in der Zeit um die Geburt konnte nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 35 : Serumnatr iumgehalt (mg%) bei Schafen nach Normalgeburten :

	10-1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
$\bar{x}$	319,5	306,9	309,5	327,o	297,1	298,0	296,5	298,6	281,6	290,9
$\pm s_x$	30,4	50,3	45,6	51,9	51,8	44,7	42,5	35,9	41,2	44,7
n	30	32	32	32	33	33	33	33	33	33
Sign.Diff.(p ≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05	0,02	0,02	0,001	0,01

$r = -0{,}7905 \qquad p \leq 0{,}01$

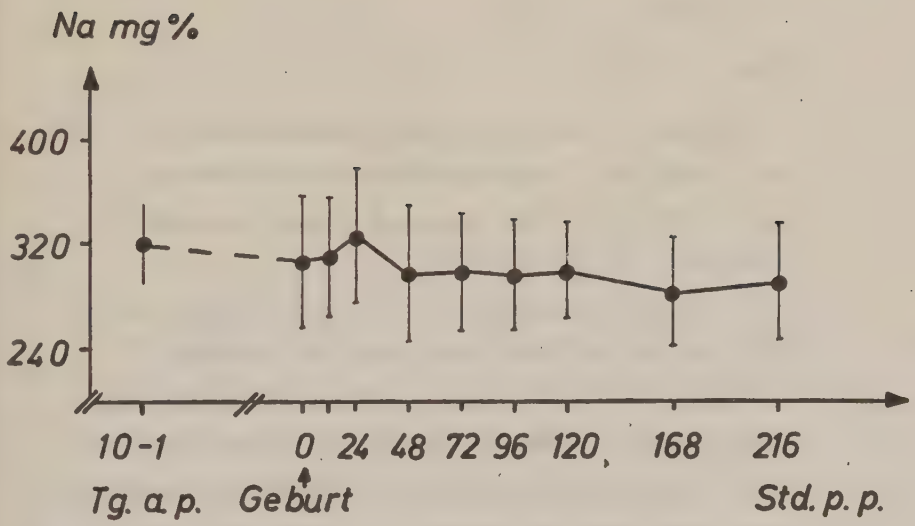


Abb. 12 : Serumnatriumgehalt bei Schafen nach Normalgeburten .

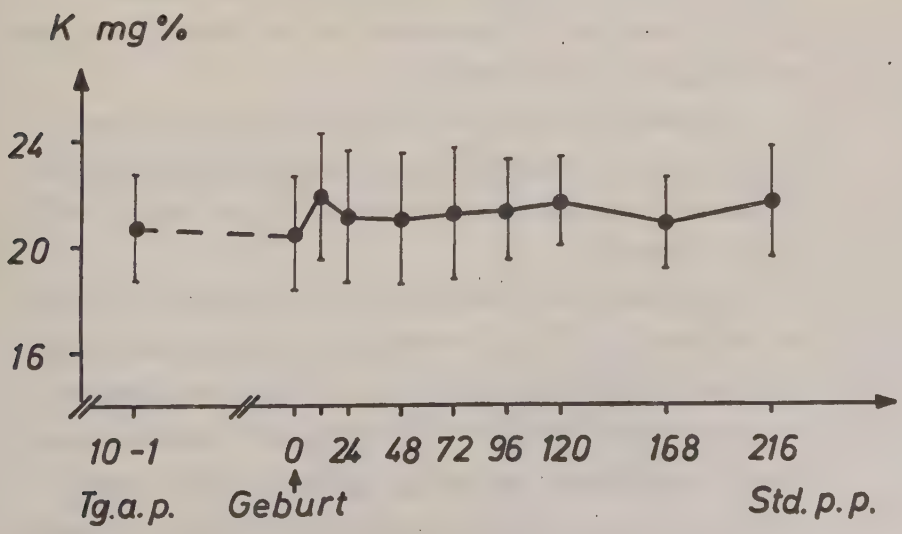


Abb. 13 : Serumkaliumgehalt bei Schafen nach Normalgeburten .

4.4. Kalium

4.4.1. Rinder

Kalbinnen wiesen in der antepartalen Periode (10. - 1. Tag a.p.) einen Kaliumgehalt im Blut von 19,70 ± 1,73 mg %, Kühe in der gleichen Zeit einen von 18,86 ± 1,97 mg % auf.

In beiden Altersgruppen kam es nach komplikationslosen Geburten zu einer geringgradigen Erhöhung der Kaliumwerte. Bei den primiparen Rindern erfolgte ein Anstieg bis auf 21,40 ± 3,02 mg % 12 Stunden nach der Geburt. Anschließend verminderte sich der Kaliumspiegel wieder, bis er seinen niedrigsten Stand nach 9 Tagen (18,95 ± 1,26 mg %) erreicht hatte.

Analog dazu bestand bei Kühen der höchste Kaliumgehalt im Serum ebenfalls 12 Stunden nach der Geburt (20,31 ± 2,41 mg %). Das Minimum lag mit 18,42 ± 2,21 mg% am 9. Tag p.p. (siehe Tabelle 37).

Das Geburtsalter hatte bei Rindern keinen Einfluß auf den Serumkaliumgehalt. Die Differenz der ermittelten Kaliumwerte bei den Kalbinnen und Kühen war statistisch nicht zu sichern.

Im Gegensatz zu Normalgeburten, nach denen der Serumkaliumgehalt bis zur 12. Stunde p.p. anstieg, sanken die Kaliumwerte im Blutserum der Rinder nach Schwergeburten ab. Das Minimum betrug bei Kalbinnen nach Schwergeburten p.v.n. 24 Stunden p.p. 18,25 ± 2,37 mg %, nach geburtshilflichen Laparotomien 12 Stunden p.p. 17,23 ± 2,91 mg %.

Tabelle 37 : Serumkaliumgehalt (mg%) bei Kalbinnen und Kühen nach Normalgeburten.

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Kalbinnen											
$\bar{x}$	19,70	20,66	20,95	21,40	20,37	19,67	19,73	19,60	19,62	19,74	18,95
$\pm s$	1,73	2,06	2,02	3,02	2,21	1,66	1,19	1,96	2,48	2,54	1,26
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Kühe											
$\bar{x}$	18,86	20,01	20,05	20,31	20,20	19,69	20,27	19,12	19,91	19,70	18,42
$\pm s$	1,97	3,29	2,83	2,41	2,27	1,34	1,60	2,32	1,77	2,24	2,21
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
Sign. Diff. ($p \leq$) 10-2 Tg. a.p. zu 0-216 Std. p.p.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Ebenso lag bei Kühen die niedrigste Serumkaliumkonzentration 24 Stunden nach einer operativ beendeten Geburt (17,63 ± 2,67 mg %) deutlich unter den Vergleichswerten nach komplikationslosen Geburten ($p \leq 0{,}001 - 0{,}01$).

Im weiteren Verlauf war kein statistisch zu sichernder Unterschied mehr im Serumgehalt der Rinder aufgrund des unterschiedlichen Geburtsgeschehens zu verzeichnen (siehe Tabelle 38 und 39; Abb. 14 und 15).

Tabelle 38 : Serumkaliumgehalt (mg %) bei Kalbinnen nach Normalgeburten (NG) , Schwergeburten per vias naturales (SG p.v.n.) , Sectio caesarea (SC)

	10-2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	19,70	20,66	20,95	21,40	20.37	19,67	19,73	19,60	19,62	19,74	18,95
$\pm s$	1,73	2,06	2,02	3,02	2,21	1,66	1,19	1,96	2,48	2,94	1,26
n	17	7	17	15	16	16	17	15	14	13	10
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			18,72	19,73	18,25	20,03	20,08	20,22	19,36	18,49	19,74
$\pm s$			1,56	2,13	2,37	2,22	3,18	3,50	2,60	1,82	1,99
n			14	15	15	15	12	9	9	7	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			19,75	17,23	18,78	18,83	18,70	18,26	18,57	18,29	19,51
$\pm s$			2,51	2,91	3,19	2,84	1,89	2,56	2,22	2,09	2,28
n			16	16	16	16	16	16	16	14	13
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 39 : Serumkaliumgehalt (mg %) bei Kühen nach Normalgeburten (NG), Schwer - geburten per vias naturales (SG p.v.n., Sectio caesarea (SC)

	10 - 2 Tg.a.p.	1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
NG											
$\bar{x}$	18,86	20,01	20,05	20,31	20,20	19,69	20,27	19,12	19,91	19,70	18,42
$\pm s$	1,97	3,29	2,83	2,41	2,27	1,34	1,60	2,32	1,77	2,24	2,21
n	15	6	16	15	16	16	16	16	14	13	11
SG p.v.n.											
$\bar{x}$			19,08	19,48	18,67	19,30	19,83	18,80	19,48	19,15	19,20
$\pm s$			3,07	2,64	2,99	2,36	2,71	2,24	3,45	3,09	3,41
n			16	17	17	16	16	13	10	9	5
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Schwergeburt p.v.n.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SC											
$\bar{x}$			18,47	18,75	17,63	19,77	19,77	18,91	18,25	17,94	18,43
$\pm s$			2,65	2,79	2,67	2,62	2,44	2,77	2,69	2,41	2,17
n			15	16	17	17	17	16	16	16	16
Sign. Diff. ($p \leq$) Normalgeburt zu Sectio caesarea			n.s.	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

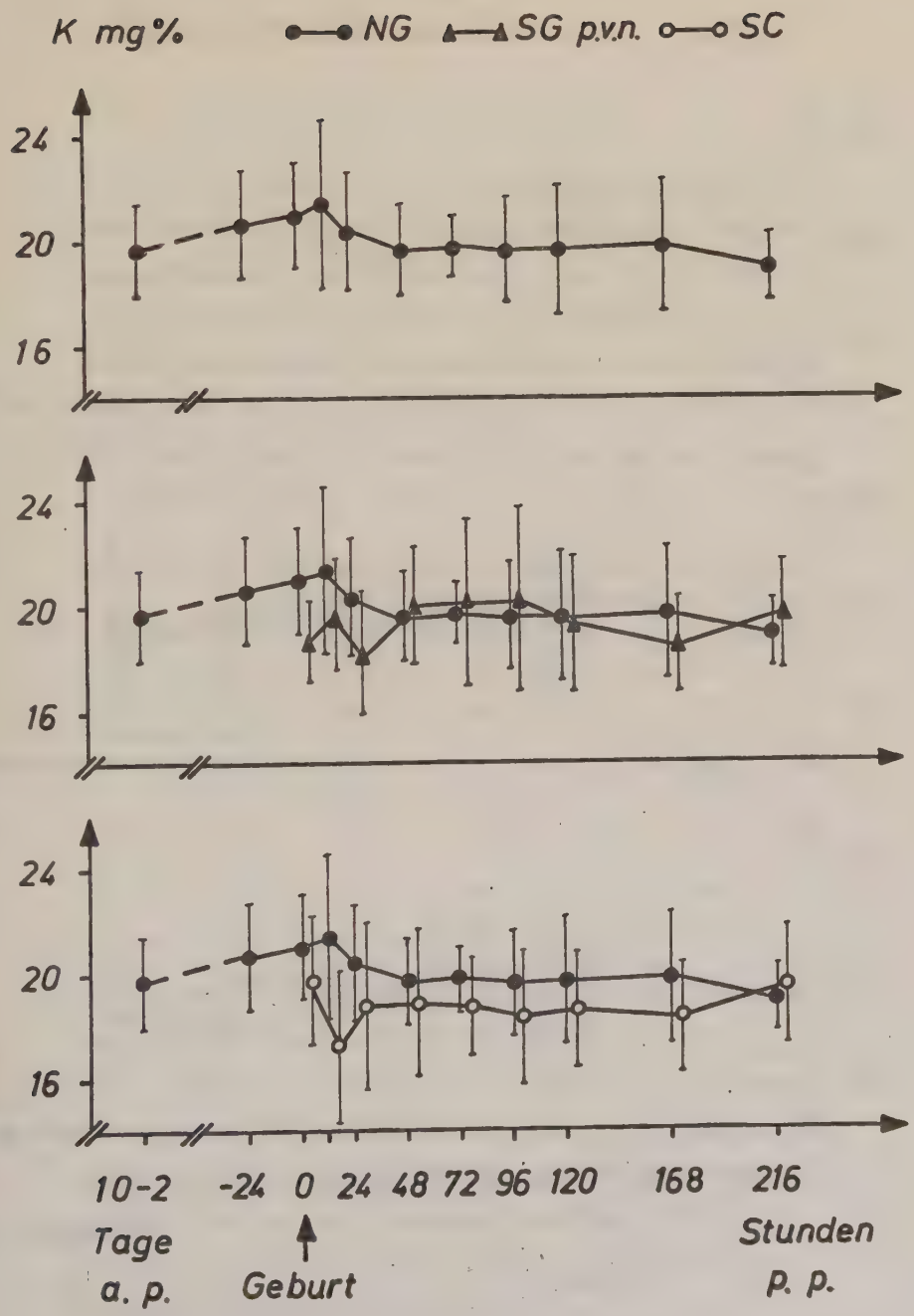


Abb. 14 : Serumkaliumgehalt bei Kalbinnen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

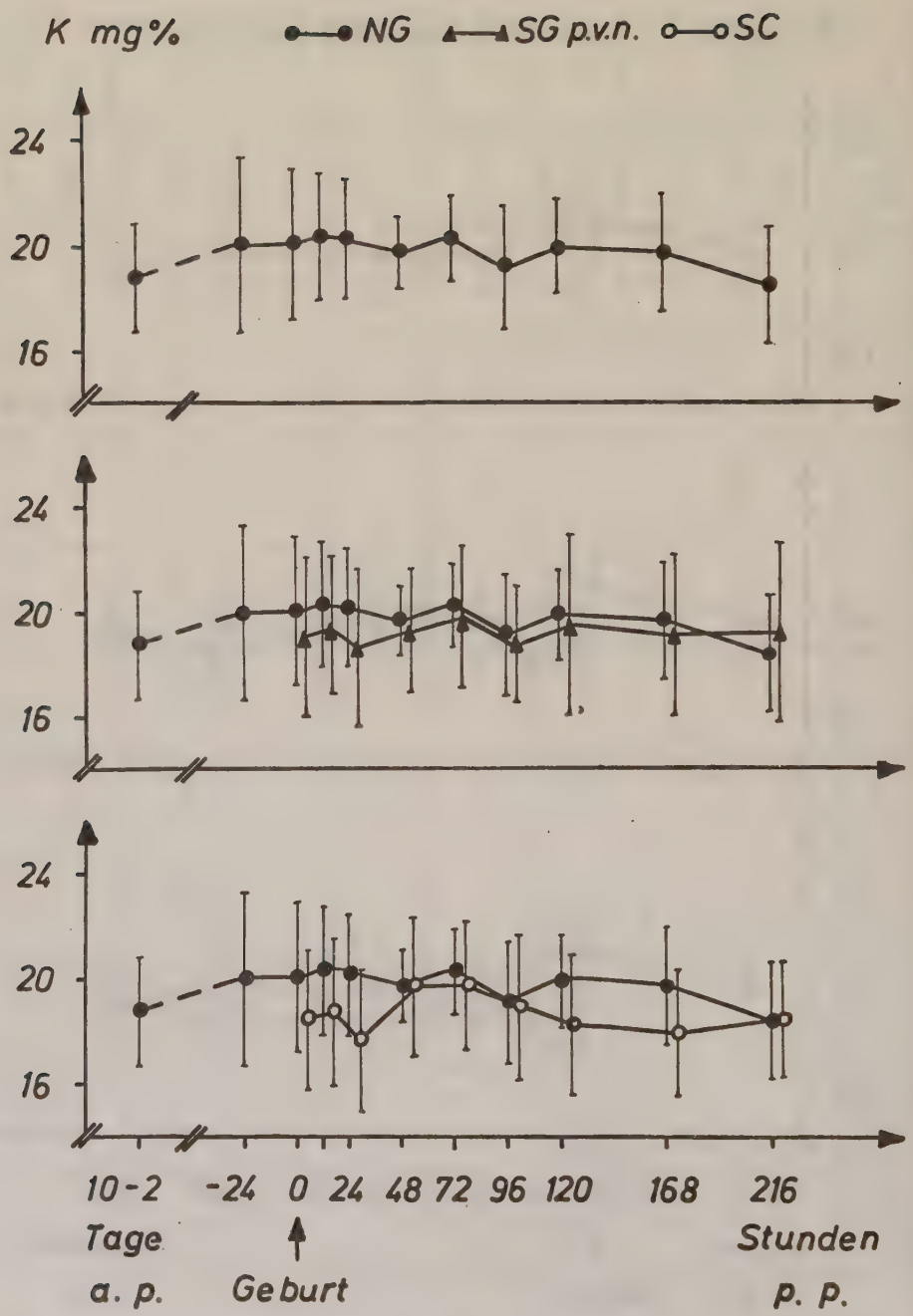


Abb. 15 : Serumkaliumgehalt bei Kühen nach Normalgeburten , Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea .

4.4.2. Schafe

Für die nichtgraviden Probanden wurde ein Durchschnittswert für Kalium von 22,46 ± 2,10 mg % ermittelt. Die Konzentrationen im Blutserum wichen deutlich in den verschiedenen Untersuchungsmonaten voneinander ab. Während der Herbst- und Winterperiode stieg der Kaliumgehalt bis zum Dezember auf 24,81 ± 1,79 mg % an und fiel zum Frühjahr hin wieder ab bis zu dem im Februar ermittelten Minimum von 20,66 ± 0,92 mg %.

Tabelle 40: Kaliumkonzentration (mg %) im Blutserum ingravider Schafe in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	Juli	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.
$\bar{x}$	22,74	23,30	24,81	20,85	20,66
± s	1,47	1,50	1,79	1,28	0,92
n	10	12	12	12	12

Der Mittelwert für den Kaliumspiegel im Serum hochgravider Schafe im vorgeburtlichen Zeitabschnitt (10. - 1. Tag a.p.) betrug 20,74 ± 2,02 mg %. Die Gegenüberstellung der Serumkaliumwerte in den verschiedenen Lammperioden ergab, wie auch bei ingraviden Schafen, für den Zeitraum Oktober, November signifikant ($p \leq 0,01$) höhere Kaliumwerte (21,62 ± 1,92 mg %) als im Januar, Februar, März (18,81 ± 1,50 mg %).

Tabelle 36 : Serumkaliumgehalt (mg%) bei Schafen nach Normalgeburten :

	10-1Tg. a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
$\bar{x}$	20,74	20,44	21,88	21,16	21,04	21,24	21,28	21,66	20,86	21,68
$\pm s_x$	2,02	2,16	2,40	2,52	2,52	2,49	1,91	1,73	1,73	2,11
n	30	32	32	32	33	33	33	33	33	33
Sign.Diff.(p≤) 10-1Tg.a.p. zu 0-216Std.p.p.		n.s.	o,o5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Auch das Geburtsgeschehen nahm Einfluß auf den Kaliumgehalt im Schafserum. Die Kaliumkonzentration stieg nach der Geburt an. 12 Stunden p.p. war das höchste Niveau erreicht (21,88 ± 2,40 mg %). Es lag signifikant ($p \leq 0,05$) über dem antepartal gemessenen Kaliumwert. Im weiteren Untersuchungszeitraum blieb die Kaliumkonzentration bis auf kleinere statistisch nicht zu sichernde Schwankungen konstant (siehe Tabelle 36 und Abb. 13).

Ebenfalls in der frühpuerperalen Periode war der höchste Serumkaliumgehalt bei den Schafen im Spätherbst (Oktober, November), der niedrigste im Frühjahr (Januar, Februar, März) zu messen (siehe Tabelle 41). Statistisch konnte die jahreszeitliche Abhängigkeit 48 und 72 Stunden p.p. gesichert werden ($p \leq 0,01 - 0,05$).

Tabelle 41 : Serumkaliumgehalt (mg %) bei Schafen zur Zeit um die Geburt in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	10-1 Tg.a.p.	0	12	24	48	72	96	120	168	216 Std.p.p.
Juli, August Septemb										
$\bar{x}$	20,86	19,88	20,89	20,02	20,51	20,78	21,90	21,87	21,16	21,99
$\pm s$	1,36	0,95	1,89	2,64	2,00	2,57	1,83	2,01	2,01	1,87
n	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Okt., Nov.										
$\bar{x}$	21,62	21,29	22,39	22,02	22,51	22,51	21,31	22,06	21,12	22,19
$\pm s$	1,92	2,79	2,65	2,10	2,55	2,22	2,20	1,59	1,70	2,23
n	12	13	13	13	14	14	14	14	14	14
Jan., Feb., März										
$\bar{x}$	18,81	19,85	22,50	21,34	19,19	19,64	20,37	20,68	20,00	20,38
$\pm s$	1,50	2,11	2,44	2,66	1,62	1,82	1,15	1,33	1,19	1,88
n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Diff. $p \leq$	0,01	n.s.	n.s.	n.s.	0,01	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

5. DISKUSSION

Wie die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen, kommt es unmittelbar nach der Geburt sowohl im Blutserum des Rindes als auch des Schafes in verschieden starkem Maße zu Änderungen der Elektrolytkonzentrationen. Zwischen beiden Tierarten bestehen nicht nur graduelle, sondern auch grundsätzliche Unterschiede in Bezug auf ihren Mineralstoffgehalt sub partu. Besonders auffällig war das voneinander abweichende Verhalten des Serumcalciumspiegels beider Tierarten in der peripartalen Periode.

Bei Kalbinnen wie auch bei Kühen der Rasse Deutsches Fleckvieh kommt es in diesem Zeitraum im Gegensatz zum Schaf zu einer vorübergehenden, deutlichen Senkung des Serumcalciumgehaltes. Bei Kalbinnen kann allerdings ein weniger starkes Gefälle des Calciumniveaus in den ersten Stunden des Puerperiums festgestellt werden als bei den Muttertieren, die schon mehrmals abgekalbt haben. Während sich die Calciumkonzentration bei Primiparen um 6 % in dieser Zeit vermindert, beträgt der Calciumverlust bei Pluriparen 11 %. Diese Ergebnisse stimmen in etwa mit denen von BOSTEDT (1972, 1974) und SEIDEL (1973) überein, während MOODIE et al. (1955), SAID (1964), MAYER et al. (1969) sowie BACH und MESSERVY (1969) ein noch stärkeres Absinken des Calciumgehaltes im Blut zum Zeitpunkt der Geburt beobachteten. Ein unmittelbarer Vergleich der eigenen Resultate mit den in der Literatur angegebenen Werten ist nur bei den Arbeiten von MOODIE et al. (1955),

BOSTEDT (1972, 1974) und SEIDEL (1973) möglich, da von den übrigen Autoren verschieden große Abstände zwischen den einzelnen Probeentnahmen und unterschiedliche Versuchsanordnungen gewählt wurden. Neben einer gewissen rassebedingten Abhängigkeit scheinen auch die Haltungsbedingungen und die Höhe der Milchleistung in den ersten Tagen p.p. für das mehr oder weniger starke Absinken des Serumcalciumgehaltes von entscheidender Bedeutung zu sein, womit die unterschiedlichen Zahlenangaben erklärt werden können. Wie bereits BOSTEDT (1972, 1974) und SEIDEL (1973) beschrieben, haben Kühe das niedrigste Calciumniveau sub partu. Daß sich der Verlauf der Calciumkurve bei Kalbinnen post partum nicht unmittelbar der der Kühe gegenüberstellen läßt, ergeben die hier durchgeführten Untersuchungen. Es konnte festgestellt werden, daß Kalbinnen weitaus später den minimalsten Calciumgehalt post partum aufweisen als Kühe, und zwar erst am 2. Tag nach der Geburt. Der absolute Wert ist aber mit 8,47 ± 0,69 mg % wesentlich höher als der bei älteren Tieren (7,90 ± 0,93 mg %) intra partum gemessene.

Die postpartal auftretende latente Hypocalcaemie wird teilweise mit dem sprunghaft ansteigenden Bedarf und Umsatz des Calciums zu Beginn der Laktation erklärt. KOLB (1973) gibt an, daß dem mütterlichen Organismus gegen Ende der Trächtigkeit 4,8 g Ca pro Tag, mit Einsetzen der Laktation jedoch 20,0 g Ca pro Tag bei 20 l täglicher Milchleistung entzogen werden.

Bei Deutschen Fleckvieh-Rindern besteht eine Beziehung zwischen Alter und Serumcalciumkonzentration unmittelbar post partum. Erstgebärende weisen in dieser Zeit einen geringeren Abfall des Serumcalciumgehaltes als ältere Tiere auf, was die Angaben von MOODIE et al. (1955) für verschiedene Rinderrassen (Ayrshire, Shorthorn-, Red Poll- und Jersey-Kreuzung) bestätigt.

PAYNE (1964) stellte fest, daß der Calciumgehalt des Kolostrums mit zunehmendem Alter ansteigt. Dieses Untersuchungsergebnis wäre eine der Erklärungen für das stärkere Absinken der Serumcalciumwerte älterer Rinder gegenüber den Kalbinnen.

Zu berücksichtigen ist weiterhin, daß sich mit Zunahme des Lebensalters die Mobilisierung von Calcium aus dem Skelett und die Resorptionsrate für dieses Mengenelement aus dem Intestinaltrakt vermindern.

Zusätzlich ist für das Konzentrationsgefälle des Serumcalciums auch der unterschiedliche Geburtsverlauf (Normalgeburten, Schwergeburten per vias naturales, Sectio caesarea) von Bedeutung. Nach Schwergeburten p.v.n. und operativ beendeten Geburten fällt der Calciumgehalt im Serum sowohl bei Kalbinnen als auch bei Kühen deutlich stärker ab und bleibt über einen längeren Zeitraum während des Puerperiums erniedrigt.

Die Frage muß offen bleiben, warum es nach Schwergeburten zu einer verstärkten Verminderung der Serumkonzentration kommt, obwohl wie bekannt (WALSER, 1969) die Milchleistung und damit auch der Calciumentzug

nach komplizierten Geburten weit geringer ausfällt, als nach einem normalen Geburtsgeschehen. Es wäre zu überprüfen, ob es infolge des gestörten Geburtsgeschehens zu einer Veränderung der den Calciumhaushalt regulierenden Hormonsysteme kommt.

Die Veränderungen liegen offenbar beim Schaf im Gegensatz zum Rind nicht so sehr in der postpartalen, sondern in der antepartalen Periode, was auch mit den klinischen Beobachtungen übereinstimmt. Beim Schaf sind Störungen des Allgemeinbefindens in Form von Apathien und Festliegen, die von einer deutlichen Senkung des Serumcalciumniveaus begleitet sind, mehr vor als nach der Geburt zu finden. Ein unterschiedliches Verhalten des Calciumspiegels in den letzten Wochen der Gravidität ist bereits bei gesunden Schafen zu beobachten. 33 % der Tiere zeigen in dieser Zeit einen subnormalen Calciumgehalt (8,00 ± 0,69 mg %). Unmittelbar nach der Lammung steigt er bei ihnen wieder auf 8,63 ± 1,11 mg % an. Die niedrigen antepartalen Calciumwerte im Blutserum der Schafe scheinen durch den hohen Calciumbedarf gegen Ende der Gravidität bedingt zu sein. Dabei ist zu vermuten, daß besonders ältere Tiere mit Zwillingsträchtigkeit mehr unter einer Dysregulation des Mineralstoffhaushaltes leiden als jüngere. Bei den übrigen 66 % der Probanden mit annähernd normalen antepartalen Calciumkonzentrationen (9,06 ± 0,58 mg %;10.- 1.Tag a.p.) ist in kaum einem Falle das Absinken des Calciumspiegels im Blutserum nach der Geburt gegeben. Er unterliegt bis zum 9. Tag p.p. nur

geringfügigen Schwankungen, wie auch schon von BARLET (1971) und BOSTEDT (1971, 1972) beschrieben wurde. Nach der Lammung stabilisiert sich der Calciumhaushalt relativ rasch, da die Laktationsleistung zur Ernährung der Lämmer geringer zu veranschlagen ist als vergleichsweise die vom Rind. Bei dieser Tierart geht infolge gezielter Züchtung die Milchproduktion weit über das vom Kalb in den ersten Tagen und Wochen benötigte Maß hinaus.

Die im Zeitraum um die Geburt bestimmten Serumchloridwerte der Rinder liegen im oberen Bereich der von FISHER (1960) (367 mg %), SCHEUNERT und TRAUTMANN (1965) (340 - 390 mg %) sowie von PHILLIPS (1970) (369,91 ± 13,92 mg %) angegeben Normwerte. Bei Kalbinnen ist das höchste Chloridniveau mit 383,3 ± 19,4 mg % unmittelbar nach, für Kühe schon kurz vor der Geburt mit 387,1 ± 29,2 mg % gegeben. Für beide Altersgruppen kann im Frühpuerperium das ständige Absinken der Chloridkonzentrationen statistisch gesichert werden. Der Korrelationskoeffizient beträgt für Kalbinnen $r = -0,7612$ ($p \leq 0,01$) und für Kühe $r = -0,6898$ ($p \leq 0,05$). BAUCKS (1967) stellte dagegen den höchsten Serumchloridgehalt für Rinder unterschiedlicher Rassen 48 Stunden p.p. fest (381 ± 16,54 mg %). In den folgenden Tagen kann auch er einen steten Abfall der Chloridwerte im Blutserum beobachten. Die Angaben von BAUCKS (1967) über einen

signifikant geringeren Serumchloridgehalt bei Kalbinnen gegenüber Kühen ist nicht zu bestätigen. Vielmehr liegt nach eigenen Untersuchungen ein umgekehrtes Verhältnis vor. Die Chloridwerte der Kühe sind geringgradig niedriger als die der jüngeren Tiere.

Nach Schwergeburten p.v.n. bleibt der Serumchloridspiegel relativ konstant im Vergleich zu den nach normalem Geburtsgeschehen ermittelten Werten. Signifikant ($p \leq 0{,}01$) unterscheiden sie sich jedoch nur unmittelbar nach der Geburt. Nach geburtshilflichen Laparotomien fällt der Chloridgehalt am 1. Tag p.p. geringfügig ab, steigt dann aber entgegen dem Verlauf nach Normalgeburten wieder an. Dagegen fand BAUCKS (1967) keine Beziehung zwischen einer Schwergeburt bei norddeutschen Rinderrassen und den Serumchloridkonzentrationen.

Der Grund für den Abfall des Serumchloridgehaltes kann wie bei dem des Calciums im starken Verlust dieses Mineralstoffes durch die Milchsekretion gesehen werden. Diese Vermutung liegt nahe, da KIRCHGESSNER (1957) die Tendenz eines ansteigenden Chloridgehaltes in der Milch bei fallenden Serumchloridwerten feststellen konnte.

Zu klären wäre darüber hinaus der Einfluß des endokrinen Systems auf die Regulation der Serumchloridkonzentrationen in der peripartalen Periode.

Nicht so deutlich wie beim Rind wird der Serumchloridgehalt der Schafe vom Geburtsgeschehen bzw. von der einsetzenden Laktation beeinflußt.

Die vorgeburtlich ermittelten Chloridwerte von 395,7 ± 34,3 mg % im Serum ingravider Schafe stimmen mit den Angaben von HIEPE (1970) (345 - 400 mg %) und PHILLIPS (1970) (381,98 ± 9,87 mg %) überein. Der von PUGH (1966) beschriebene niedrigere Serumchloridgehalt der Schafe (352,02 ± 7,53 mg %) kann durch die geringe Anzahl des Untersuchungsmaterials (9 Tiere) und die unterschiedliche Untersuchungsmethode (Potentiometer nach SANDERSON) bedingt sein. Während die genannten Veröffentlichungen die Normalwerte des Chlorides im Blutserum ingravider Schafe feststellten, gibt die vorliegende Arbeit darüber Auskunft, in wieweit die Geburt Einfluß auf den Serumchloridgehalt nimmt. Bis zur 12. Stunde p.p. ist ein geringer Anstieg der Chloridkonzentration im Blutserum der Schafe zu beobachten. Der Chloridspiegel sinkt aber dann im weiteren Versuchszeitraum bis zum 7. Tag p.p. auf ein sich vom Mittelwert nur wenig unterscheidendes Minimum ab. Dieser Abfall läßt sich aber im Gegensatz zum Rind statistisch nicht sichern.

Der Natriumgehalt im Blutserum (315,3 ± 46,1 mg % für Kalbinnen; 316,7 ± 71,7 mg % für Kühe) kurz vor der Geburt liegt im unteren Bereich der in der Literatur als physiologisch angegebenen Werte. In den eigenen Untersuchungen zeigt sich, daß nach komplikationslosen Geburten bei Kalbinnen der Natriumspiegel bis zum 3. Tag p.p. auf ein Minimum sinkt ($p \leq 0,01$), um dann allmählich wieder anzusteigen, während die Natriumkonzentration im

Serum der Kühe bis auf Schwankungen von einem zum anderen Tag keine geburtsbedingte Abhängigkeit erkennen läßt. Auch von STÖCKL et al. (1965) konnte ein Einfluß des Geburtsgeschehens auf den Serumnatriumgehalt nicht nachgewiesen werden. Dagegen stehen die Aussagen von BAUCKS (1967), der einen steten Abfall von der Geburt bis zum 8. Tag p.p. bei norddeutschen Rinderrassen beschreibt. Es können jedoch die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse nicht direkt miteinander verglichen werden, da zum einen von STÖCKL und Mitarbeitern (1965) nur 4 Vergleichswerte (1 Woche a.p., 24 Stunden p.p., 4 Tage p.p. und 12 Tage p.p.) ermittelt wurden, zum anderen die von BAUCKS (1967) angegebenen Natriumwerte sich auf alle Rinder ohne Berücksichtigung des Alters, der Rasse und des Geburtsverlaufes beziehen.

Der von BAUCKS (1967) beschriebene niedrigere Natriumgehalt im Blut von Kühen der Niederungsrassen im Vergleich zu dem der Kalbinnen kann ebenfalls für das Deutsche Fleckvieh nicht bestätigt werden. In den eigenen Untersuchungen zeigt sich eine geringfügig positive Beziehung zwischen ansteigender Natriumkonzentration und zunehmendem Alter bei gebärenden Tieren. Sie läßt sich allerdings nach Normalgeburten nur 24, 72 und 120 Stunden p.p. statistisch sichern.

Unter erschwerten Geburtsverhältnissen kommt es zu keinen stärkeren Veränderungen des Serumnatriumgehaltes als nach komplikationslosen. Im Gegensatz dazu fand

BAUCKS (1967) höhere Natriumwerte im Rinderserum nach geburtshilflichen Laparotomien und Foetotomien als nach Geburten, die durch Zughilfe per vias naturales beendet wurden.

Eine Abhängigkeit zwischen Laktation und Natriumspiegel im Blutserum besteht offenbar nicht, da nur Kalbinnen eine diesbezügliche Änderung aufweisen, während Kühe ein einheitliches Natriumniveau zeigen. Die Regulation des Natriumgehaltes nach der Geburt scheint also durch die Laktation nicht annähernd so starken Belastungen ausgesetzt zu sein, wie die für Calcium und Chlorid.

Der ermittelte durchschnittliche Natriumgehalt im Serum ingravider Schafe von 320,3 ± 31,4 mg % stimmt in etwa mit den von SCHÜTZ (1954) (334,3 mg %), PUGH (1966) (332,44 ± 2,92) und HIEPE (1970) (320-355 mg %) beschriebenen Normalwerten überein. Auch der vorgeburtliche Natriumspiegel (10. - 1. Tag a.p.) im Blutserum von Merinolandschafen weicht nur geringfügig von diesen ab (319,5 ± 30,4 mg %). Im weiteren Verlauf der Untersuchungen im Puerperium können jedoch vom 2. Tag p.p. an signifikant niedrigere Werte festgestellt werden. Das Geburts- und Puerperalgeschehen übt also stärkeren Einfluß auf die Serumnatriumkonzentration beim Schaf aus als beim Rind. Es zeigt sich, daß bei Schafen der Chlorid- und Natriumgehalt in unterschiedlichem Maße abnimmt. Das Natriumdefizit liegt deutlich über dem des Chlorides.

Es war bislang noch nicht zu klären, warum Schafe post partum einen erhöhten Salzbedarf zeigen, der sich in manchen Fällen bis zur Lecksucht steigern kann. Diese immer wieder zu machende Beobachtung hat offensichtlich ihre Grundlage darin, daß, wie die vorliegenden Untersuchungen ergeben, ein starker Natriumverlust im Verlauf der peripartalen Periode besteht.

Wie die Vorversuche zeigen, nehmen Lagerungsart (Kühlung, Tiefgefrierung), Lagerungszeit (für Vollblut bis zu 6 Stunden) sowie unterschiedliches Material für die Probeentnahme (Glas- bzw. Polypropylengefäße) keinen statistisch zu sichernden Einfluß auf die Höhe der Serumkaliumkonzentration. Dagegen stellten EISENHARDT (1954), SANDER (1956) und SOMMER (1956) fest, daß durch längeres Stehenlassen des Vollblutes Kaliumionen aus den Erythrozyten in das Serum diffundieren und den Serumkaliumgehalt erhöhen.

Bei Untersuchungen in der Zeit um die Geburt ist ein nur leichter Anstieg der Serumkaliumkonzentration beim Rind zu beschreiben, der 12 Stunden p.p. abgeschlossen ist. Bis zum Ende des puerperalen Untersuchungszeitraumes sinkt der Kaliumspiegel im Blutserum wieder geringfügig ab.

Nach Schwergeburten ist im Verlauf des ersten Tages p.p. eine Senkung des Kaliumgehaltes zu erkennen. Der Unterschied zwischen den Werten dieser Gruppen und denen nach normalen Geburten läßt sich für Kühe und Kalbinnen nach einer geburtshilflichen Laparotomie sowie bei Kalbinnen auch nach Schwergeburten p.v.n. mit $p \leq 0{,}001$ -

- 0,05 sichern. Im weiteren Verlauf des Puerperiums steigt das Serumkaliumniveau wieder auf die Höhe an, die auch von Rindern mit komplikationsfreien Kalbungen erreicht wird. Dagegen beschreibt BAUCKS (1967) das Absinken der Kaliumwerte am 1. Tag nach der Geburt und gibt den höchsten Serumkaliumgehalt am 2. - 3. Tag p.p. an. Diese Untersuchungen beziehen sich aber auf alle von ihm untersuchten Rinder, ohne Berücksichtigung des unterschiedlichen Geburtsgeschehens, des Alters und der Rasse. Seine Angaben lassen sich also nicht direkt mit den eigenen Untersuchungsergebnissen vergleichen.

Die Angaben über die physiologischen Werte des Kaliums im Schafserum unterliegen gewissen Schwankungen bei den einzelnen Autoren (KMENT, 1949: 20,49 mg %, SCHÜTZ, 1954: 26,5 mg %, PUGH, 1966: 18,05 ± 1,44 mg %, HIEPE, 1970: 17,1 - 22,2 mg %). Der in den vorliegenden Untersuchungen bestimmte durchschnittliche Kaliumgehalt für gesunde, ingravide Schafe liegt bei 22,46 ± 2,10 mg % und ist somit etwas höher als der von den oben angegebenen Autoren ermittelte Wert. Wie auch für Chlorid und Natrium sind bisher beim Schaf noch keine Kaliumbestimmungen zur Zeit um die Geburt gemacht worden. Den eigenen Beobachtungen zufolge kommt es bis zur 12. Stunde p.p. (21,88 ± 2,40 mg %) zu einem Anstieg des Kaliumspiegels, wenn der antepartal gemessene Wert (20,74 ± 2,02 mg %) als Basis dient.

In noch stärkerem Maße als das Geburtsgeschehen beeinflußt offenbar die Jahreszeit die Kaliumkonzentration im Schafserum. In den Monaten Oktober, November sind die höchsten Kaliumwerte, im Frühjahr (Januar, Februar, März) hingegen die niedrigsten zu messen.

Die verhältnismäßig geringen Schwankungen des Kaliumgehaltes in der Zeit um die Geburt im Blutserum der Rinder und der Schafe scheinen durch die im allgemeinen mit der Nahrung überreichliche Versorgung und rasche Resorption dieses Elektrolytes aus dem Intestinaltrakt bedingt zu sein, so daß der Verlust über die Milchsekretion ausreichend gedeckt ist.

Der Blutserumgehalt an Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium wird bei Deutschen Fleckvieh-Rindern und Merinolandschafen abhängig vom Alter und Geburtsverlauf unterschiedlich beeinflußt. Während beim Rind der Abfall des Serumcalciums in den ersten Tagen nach der Geburt und die ständige Verminderung des Serumchlorides im Verlauf des Puerperiums im Vordergrund stehen, fällt beim Schaf vor allem das Absinken des Natriumspiegels in der postpartalen Periode auf. Die Abnahme dieser Elektrolyte im Blutserum läßt sich bis zu einem gewissen Grade durch einige, mit dem Geburtsgeschehen einhergehende Veränderung erklären.

Der mütterliche Organismus erfährt einen hohen Verlust an Elektrolyten durch die einsetzende Laktation.

Auf die plötzliche Steigerung des Mineralstoffbedarfes und -umsatzes kann er sich erst langsam durch die Mobilisierung aus den Depots und die gesteigerte Resorption aus der Nahrung einstellen.

Wenig berücksichtigt blieb bisher auch die Tatsache, daß mit dem Abgang des Fruchtwassers eine erhebliche Menge an Elektrolyten verloren geht (SCHUBERTH, 1969), die es zu ersetzen gilt. Des weiteren muß als ein möglicher, die Mineralstoffhomöostase beeinflussender Faktor, die Tätigkeit der Nebennierenrinde in der peripartalen Periode in Betracht gezogen werden. Eine gesteigerte Nebennierenrindentätigkeit in Form einer erhöhten Glucocorticoid-Ausschüttung ist bereits nachgewiesen. Zu klären wäre aber die Frage, ob mit der Erhöhung der Glucocorticoidproduktion auch eine Steigerung des Aldosteronspiegels einherläuft.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Für die vorliegende Untersuchung standen insgesamt 98 Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh und 50 Merinolandschafe zur Verfügung. Es wurden im Blutserum dieser Tiere die Mineralstoffe Calcium, Chlorid, Natrium und Kalium in der peripartalen Periode bestimmt .

Die Rinder ließen sich nach Alter (Kalbinnen , Kühe) und unterschiedlichem Geburtsverlauf in einzelne Gruppen unter - gliedern. Ingraviden weiblichen Schafen wurden normal ablammende Muttertiere gegenübergestellt.

1. Nach Normalgeburten fiel der Serumcalciumgehalt bei Kalbinnen um 6% , bei Kühen um 11% ab. Die Dauer der latenten Hypocalcaemie erstreckte sich bei beiden Gruppen über 72 Stunden p.p. Nach Schwergeburten p.v.n. und Sectio caesarea fiel die Serumcalciumkonzentration bei Kalbinnen und Kühen deutlich stärker ab und blieb über einen längeren Zeitraum erniedrigt als nach Normal - geburten .

Bei Schafen war nach der Geburt keine Veränderung des Serum - calciumspiegels zu beobachten. Er blieb nur gering unter dem bei ingraviden Schafen ermittelten Niveau. Allerdings wiesen ein Drittel der klinisch gesunden, hochgraviden Muttertiere subnor - male Calciumwerte in den letzten Tagen vor der Geburt auf, die jedoch unmittelbar nach dem Partus rasch anstiegen.

2. Der Chloridgehalt im Blutserum der Rinder fiel nach Normalgeburten deutlich ab (Kalbinnen: $r = -0{,}7612$, $p \leq 0{,}01$; Kühe : $r = -0{,}6898$, $p \leq 0{,}05$) .

Nach Schwergeburten p.v.n. verlief die Serumchloridkurve bei Kalbinnen und Kühen nahezu synchron mit der nach Normalgeburten ermittelten. Nur die Rinder mit geburtshilflichen Laparotomien wiesen eine geringgradige Erhöhung der Werte ab der 24. Stunde post operationem auf.

Stärker als das Geburtsgeschehen beeinflußte die Jahreszeit die Serumchloridkonzentration der Schafe. Bei Sommerablammung

war bei den Muttertieren ein höherer Chloridspiegel als in der Herbst- und Winterperiode zu beobachten.

3. Der Serumnatriumgehalt der Rinder unterlag in der peri - partalen Periode nur geringen Schwankungen .

Beim Schaf dagegen lag ein wesentlich stärkerer Einfluß des Geburtsgeschehens auf den Natriumgehalt im Blutserum vor als beim Rind. Unmittelbar nach dem Partus kam es zu einer signi - fikanten Verminderung der Natriumkonzentrationen ($r = -0{,}7905$, $p \leq 0{,}01$), die bis zum Ende des Untersuchungs - zeitraumes anhielt.

4. Der Serumkaliumspiegel beim Rind wurde nur wenig durch den normalen Geburtsablauf beeinflußt. Nur nach Schwergeburten fiel der Kaliumgehalt im Serum der Rinder im Verlauf der ersten 24 Stunden deutlich ab, stieg dann aber auf Werte an , die denen nach Normalgeburten entsprachen .

Auch bei Schafen blieb der Kaliumspiegel im Blutserum nach der Geburt nahezu konstant. Bei ingraviden wie auch bei lammen - den Schafen wurden im Herbst (Oktober , November) deutlich höhere Werte gemessen als im ersten Drittel des Jahres (Januar , Februar , März) .

6. SUMMARY

For the research in question 98 female cattle of the species " Deutsches Fleckvieh " and 50 Merinoland - sheep were used. The minerals calcium, chloride, natrium and calium in the blood serum of these animals were determined during the perinatal period.

Female cattle were subdivided by reason of age (cows having their first calf, cows) and of different course of partus. Ingravid female sheep were compared with normally lambing lactating ones.

1. After normal partus the serum calcium concentration decreased by 6% in cows having their first calf and by 11% in cows. Latent hypocalcaemie extended over 72 hours with both groups. Serum calcium concentration in cows having their first calf and cows showed an evidently stronger decrease after severe births p.v.n. and sectio caesarea, and remained lowered during a longer term than after normal births.

No change of serum calcium level was recorded with sheep post partum . It was only slightly below the one recorded in ingravid female sheep. During the last days ante partum - to be sure - one third of the clinically normal, gravid sheep showed subnormal calcium values which quickly rose immediately after birth.

2. The blood serum chloride concentration in female cattle de - creased clearly after normal partus (cows having their first calf : $r = -0{,}7612$, $p \leq 0{,}01$; cows : $r = -0{,}6898$, $p \leq 0{,}05$).

The serum chloride curve in cows having their first calf and in cows after severe births p.v.n. showed nearly the same course as after normal partus. Only the female cattle with obstetrical laparotomies produced a slight increase of values from the 24.hour post operationem on. Seasons had a more decisive influence on the serum chloride concentration in sheep than the course of partus. When lambing in summer a higher chloride level in lactating sheep was recorded than during autumn-and winter-lambing.

3. Serum natrium concentration in female cattle is subject to only little variations during the perinatal period .

But with sheep the course of partus had a far more decisive influence on the blood serum natrium concentration than with cattle. A significant decrease in the natrium concentration was recorded immediately post partum ($r = -0,7905$, $p \leq 0,01$) and continued till the end of this research.

4. Serum calium level was only slighty influenced by the normal course of partus in female cattle. Only after severe births the serum calium concentration in cattle decreased sharply in the course of the first 24 hours , but rose afterwards to values corresponding to those of normal partus.

With sheep , too , the calium concentration of blood serum remained nearly constant post partum. In autumn clearly higher values were recorded in ingravid as well as in lambing sheep (see column October - November of corresponding table) than during the first third of the year (see column January, February, March of corresponding table) .

7. LITERATURVERZEICHNIS

BACH , S.J. und A.MESSERVY (1969) :
Observations on the diffusible calcium fraction in the serum of the cow during oestrus and during parturition .
Vet. Rec., 84 , 210 - 213

BÄR , H.-J., H.SEIDEL und I.MÜLLER (1970) :
Mineralstoffkonzentrationen im Serum klinisch gesunder Rinder .
Archiv f.Exp.Vet.Med. , 24 , 889 - 892

BARAKAT , M.Z. und R.R.HASSANEIN (1969) :
Biochemical analysis and seasonal variation of certain cow blood constituents .
Zbl. Vet. Med. , 16 , 220 - 228

BARNEY , J.E. und R.F. BERTOLACINI (1957) :
Colorimetric determinations of chloride with mercuric chlorilate .
Anal. Chem. , 29 , 1187 - 1188

BARLET , J.P. , M.C. MICHEL, P.LAVOR und M.THERIEZ (1971) :
Calcémie , phosphatémie , magnésémie et glycémie comparées de la mère et du nouveau-né chez les ruminants domestiques (vache, chèvre, brebis)
Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. , 11 , 415 - 426

BAUCKS , D. (1967) :
Untersuchungen über den Kalium-, Natrium- und Chloridgehalt des Blutserums bei Kühen und Rindern von der Geburt bis zum 9. Tag post partum .
Vet. Med. Diss. , Hannover

BEHRENS, H. , H.DOEHNER , R.SCHEELJE und R.WASSMUTH (1965) :
Lehrbuch der Schafzucht
Verlag Parey , Hamburg , Berlin

BOIVIN , R. (1972) :
La régulation hormonale de la calcémie.
Rev. Méd. vétér. , Toulouse , 10 , 1291 - 1294

BOSTEDT , H. (1971) :
Das Verhalten des Blutcalciumspiegels nach Normal- und Schwergeburten des Höhenfleckviehrindes und des Merinolandschafes bis zum 9. Tag p.p.
Zuchthygiene , 6 , 86 , Autor.ref. Tagung " Phys. u. Path. Fortpfl. Hste. ", München

BOSTEDT , H. (1972) :
Der Einfluß der normalen und der gestörten Geburt auf einige klinisch-chemisch feststellbare Blutparameter bei Rind und Schaf.
Habilitationsschrift , München

BOSTEDT , H. (1973) :
Blutserumuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der frühpuerperalen Periode. 1. Mitteilung : Untersuchungen über den Gehalt an Calcium, anorganischem Phosphor und Magnesium im Blutserum festliegender Rinder.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. , 86 , 344 - 349

BOSTEDT , H. (1974) :
Untersuchungen über den Calcium-, anorganischen Phosphat- und Magnesiumgehalt im Blutserum von Rindern in Abhängigkeit vom Schweregrad der Geburt.
Zbl. Vet. Med. , Advanc. Vet. Med. , 20 , 172 - 178

BRÜGGEMANN , J., K. DREPPER, E. KOLB und G. SCHILIPP (1953) :
Über den Einfluß von Östrogenen auf den Gehalt des Blutes an Calcium, Magnesium, Phosphor, Glucose und Cholesterin bei Rindern.
Zbl. Vet. Med. , 1 , 233 - 241

BUTENDIEK , N. (1965) :
Untersuchungen in Rinderherden auf Betrieben mit unterschiedlicher Wirtschaftsweise unter besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffgehaltes des Blutes und des Bodens sowie der Zwischenkalbezeit.
Vet. Med. Diss. , Hannover

DOKTOR , J. (1971) :
Dynamika krevních hladin sodíku à draliku v závisloti na stupni gravidity červenostrakatých krav.
Veterinářstvi, Praha , 21 , 171 und 173

EHRENTRAUT, W., H. SEIDEL und H.J.BÄR (1970) :
Tagesschwankungen der Kalium-, Calcium - und Magnesiumkonzentrat ionen im Serum des klinisch gesunden Rindes .
Archiv f. Exp. Vet. Med., 24 , 883 - 887

EISENHARDT , A. (1954) :
Flammenphotometrische Kaliumbestimmung im Serum von Schweinen .
Vet. Med. Diss., Hannover

EL AMROUSI , S. und W.HOFMANN (1970) :
Untersuchungen über das Festliegen der Rinder . 1.Mitteilung : Bestimmung des Natriums, Kaliums, Calciums, Magnesiums sowie des anorganischen Phosphors im Blutserum gesunder Rinder .
Dt. Tierärzt. Wschr., 70 , 49 - 53

FERRO, P. und A.B. HAM (1957) :
A simple spectrophotometric method for the determination of calcium .
Amer. J.Clin.Pathol., 28, 208 - 217

FISHER , E.W. (1960) :
A concentration of some of the inorganic constituents in the plasma of healthy Ayrshire cattle .
Brit.J.Nutr. , 14 , 9 - 12

FISHER , R.A. (1925) :
Statistical Methods for Research Workers .
Oliver and Boyd , Edinburgh

GAFNER , P. (1955) :
Über den Natrium- und Kaliumgehalt des Blutplasmas einiger Haustiere sowie den Einfluß peroraler Natrium- und Kalium-Verabreichungen auf den Gehalt dieser Elemente im Blut der Ziege.
Vet. Med. Diss., Bern

GRANDCHAMP, G. (1971) :
Calcémie et magnésiémie chez la vache laitière, observations cliniques .
Schweiz. Arch. Thkde. , 113 , 237 - 246

HERD, R.P. (1966) :
Fasting in relation to hypocalcaemia and hypomagnesaemia in lactating cows and ewes .
Austr. Vet. J. , 42 , 269 - 272

HERRMANN , R. (1956) :
Flammenphotometrie
Springerverlag , Berlin, Göttingen , Heidelberg

HIEPE , TH . (1970) :
Schafkrankheiten
VEB Fischer - Verlag , Jena

HIPPMANN , W. (1930) :
Über den Calcium - und Phosphorgehalt des Blutserums bei gesunden Rindern .
Vet. Med. Diss., Hannover

HJERPE , C.A. (1968) :
Influence of dietary magnesium on metabolism of calcium and magnesium in sheep : calcium kinetics .
Amer. J. veterin. Res. , 29 , 2307 - 2314

HOFMANN , W. und EL AMROUSI (1970)
Untersuchungen über das Festliegen der Rinder. 2.Mitteilung : Klinische und blutchemische Befunde.
Dt. Tierärztl. Wschr., 77 , 73 - 96

JONSON, G., J.LUTHMAN, L. MÖLLERBERG und J.PERSSON (1973) :
Mineralutfodringen i fårbesättningar med klinska fall av hypokalcemi .
Nord. Vet. med. , 25, 97 - 103

KARLSON , P. (1972) :
Kurzes Lehrbuch der Biochemie , 8.Auflage
Georg Thieme Verlag , Stuttgart

KIRCHGESSNER, M. (1957) :
Der Mengen- und Spurenelementgehalt von Rinderblut
Z.Tierphysiol.Tierernähr. Futtermittelk., 12 , 156 - 169

KIRCHGESSNER , M. (1970) :
Tierernährung
DLG Verlag , Frankfurt / M.

KMENT , A. (1949) :
Kaliumbestimmungen im Serum von Haustieren
Wien. tierärztl. Mschr. , 7 , 398 - 406

KÖPPEL , W. (1969) :
Der Natrium- Calcium-, anorganische Phosphat-, Cholesterin -, Gesamteiweißgehalt und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Serum türkischer und deutscher Schlachtrinder .
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. , 82 , 226 - 232

KOLB , E. (1973):
Neuere Erkenntnisse über den Stoffwechsel von Mineralstoffen beim Rind beim Übergang von der Trächtigkeit zur Laktation im Hinblick auf die Verhütung von Störungen des Mineralstoffwechsels (Ca, P)
Mh.Vet.Med., 28 , 308 - 313

KOLB , E. und M.FÜRLL (1973) :
Untersuchungen über die Veränderungen des Gehalts an eosinophilen Leukocyten, an Calcium und Magnesium im Blut beim Schaf im Verlauf eines Tages und über die Beeinflussung durch verschiedene Hormone (ACTH, Prednisolon, Adrenalin) .
Arch.f. Exp.Vet.Med., 27 , 165 - 184

KORNBERG , L. (1957) :
Flammenphotometrische Bestimmung des Natriumgehaltes im Blut - serum bei klinisch gesunden und kranken Pferden, Rindern und Schafen .
Vet.Med.Diss., Hannover

KRONFELD , D.S. (1971) :
Parturient hypocalcemia in dairy cows .
Advanc. veterin. Sci., 15 , 133 - 157

LABHART , A. (1971) :
Klinik der inneren Sekretion .
Springer Verlag , Berlin , Heidelberg , New York

LANE , A.G., J.R. CAMPBELL und G.F.KRAUSE (1968) :
Blood mineral composition in ruminants .
J.Anim.Sci. , 27 , 766 - 770

LIPPMANN , R. und B. DÜRING (1973) :
Untersuchungen zum Gehalt an Calcium , anorganischem Phosphat und Magnesium im Blutserum von Mutterschafen .
Mh. Vet. Med. , 28 , 106 - 109

MAYER , G., C. RAMBERG jun., D.KRONFELD , R.BUCKLE, L.SHERWOOD, G. AURBACH und J. POTTS jun. (1969) :
Plasma parathyroid hormone concentration in hypocalcemic parturient cows .
Amer. J. veterin. Res. , 30 , 1587 - 1597

MOODIE , E.W., A. MARR und A.ROBERTSON (1955) :
Serum calcium and magnesium and plasma phosphate levels in normal parturient cows .
J. comp. Path., 65 , 20 - 36

MOODIE , E.W. und A.ROBERTSON (1962) :
Some aspects of calcium metabolism in the dairy cow .
Res. Vet. Sci. , 3 , 470 - 484

NURMIO , P. (1968) :
On plasma calcium regulation in paresis puerperalis hypocalcemia in cattle .
Acta. Vet. Scand., Suppl. , 26 , 1 - 100

OLL`, JU.K., V.P.SIKK (1970) :
K voprsu ob issledovannii élektolitov krovi u korov ,
Soobščenie 4. Kalij i natrij.
Sbornik naučnych trudov Estonskoj sel`skochoz -
jajstvennoj akademii, Tartu , 64 , 134 - 139

PAYNE , J.M. (1964) :
Recent advances in our knowledge oi milk fever
Vet.Rec., 76 , 1275 - 1282

PAYNE , J.M. und F.B.LEECH (1964):
Factors affecting plasma calcium and inorganic phosphorus
concentrations in the cow with particular reference to
pregnancy, lactation and age .
Brit. Vet.J., 120 , 385 - 388

PHILIPPS , G.D. (1970) :
Plasma standard bicarbonate and chloride concentrations in
cattle and sheep.
Brit. Vet.J., 126 , 409 - 419

PUFE, M., H.SEIDEL und E.GRÜN (1970) :
Das Verhalten der Konzentrationen verschiedener Mineralstoffe so-
wie der Aktivität der alkalischen Phosphatase im Serum von
klinisch gesunden Rindern während der Hochträchtigkeit und des
Frühpuerperiums .
Mh. Vet.Med., 25 , 105 - 107

PUGH, D.M. (1966) :
Normal total circulating eosinophil, packed cell volume and
plasma glucose, sodium, potassium and chloride valves for sheep.
Irish Veterin. J., 20 , 142 - 147

PUHAC, I., N.HRGOVIĆ und Gordana GADJANSKI (1969) :
Ispitivanje uticaja ekološko - kondicionih faktora na pojavu
sirenje respiratornog sindroma i na fiziološko - proizvodne
reakeije junadi u tovu. IV. Koncentracija natrijuma , kalijuma,
hlorida, kalcijuma i neorganskog fosfora u krvnom sermu.
Acta veterin., Beograd , 19 , 31- 38

RENNER , E. (1970) :
Mathematisch - statistische Methoden in der praktischen Anwendung .
Parey Verlag, Berlin , Hamburg

SAID , A.H., K.ZAKI, E.A. EL AZAB und M. SHAKER (1964) :
Effect of age, pregnancy and certain pathological conditions on serum levels of calcium, phosphorus , total protein and protein - bound .
Zbl. Vet.Med. , 11 , 685 - 691

SANDER , B. (1956) :
Flammenphotometrische Kaliumbestimmungen im Blutserum gesunder Rinder, Pferde und Schafe .
Vet. Med. Diss., Hannover

SCHEUNERT , A. und A. TRAUTMANN (1965) :
Lehrbuch der Veterinär - Physiologie , 5 . Auflage
Parey Verlag , Berlin , Hamburg

SCHMID , A. (1968) :
Physiologische , pharmakologische und toxikologische Aspekte des Knochenstoffwechsels .
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. , 14 , 281 - 285

SCHMID , K. (1963):
Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt des Blutserums in Rinderherden mit Störungen der Fruchtbarkeit unter Berücksichtigung der chemischen Mischfutteranalyse .
Vet.Med. Diss. , Hannover

SCHRÖDER , K. (1969) :
Untersuchungen über Aetiologie, Blutserumwerte und Behandlungsmöglichkeiten der Gebärparese beim Rind .
Vet. Med. Diss., Hannover

SCHUBERTH , Bettina (1969) :
Die Bestimmung der Elektrolyte Natrium, Kalium, Calcium in Fruchtwässern , Blut und Harn von Rinderfeten im Verlauf der Gravidität.
Vet. Med. Diss., München

SCHÜTZ , W. (1954) :
Flammenphotometrische Untersuchungen von Calcium, Natrium und Kalium im Blutserum der Haustiere .
Vet. Med. Diss., Gießen

SEIDEL, H., M.RUFE, I.MÜLLER, E.GRÜN, E.KOLB und U.SCHUHMACHER (1973)
Verlaufsuntersuchungen zum Verhalten einiger biochemischer und physiologischer Parameter im geburtsnahen Zeitraum der Milchkuh .
Arch. f. Exp. Vet.Med., 27, 589 - 600

SEIDEL , H., J.SCHRÖTER und E.KOLB (1964) :
Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Magnesium-Bestimmungen im Serum von festliegenden Rindern.
Mh. Vet. Med., 19 , 926 - 932

SEIDEL, H. und J.SCHRÖTER (1970) :
Das Verhalten der Natrium-, Kalium-,Kalzium-,Magnesium- und Phosphorkonzentrationen im Serum des graviden und laktierenden Rindes.
Arch. f. Exp. Vet. Med., 24 , 873 - 882

SNEDECOR , G.W. und G.W. COCHRAN (1967) :
Statistical Methodes , 6. Auflage
Iowa State University Press , Ames. Iowa

SOLIMAN , M.K., S.EL AMROUSI und K. ZAKI (1966) :
Blood sugar, chlorides, urea, creatine, creatinine and serum bilirubin levels in Friesian cows during the various stages of the reproductive cycle .
Zbl. Vet. Med., 13 , 596 - 601

SOMMER , H. (1956) :
Beitrag zur flammenphotometrischen Kaliumbestimmung im Serum von Schweinen .
Mh. Vet. Med. , 11 , 154 - 156

SPRENGER , H.-U. (1963) :
Flammenphotometrische Untersuchungen über den Natrium-, Kalium- und Kalziumspiegel des Rindes im Verlauf von 24 Stunden.
Vet.Med. Diss, FU Berlin

STÖBER , M. (1970) :
in : G.ROSENBERGER : Krankheiten der Rinder .
Parey Verlag, Berlin , Hamburg

STÖCKL, W., B.LUSCHIN, M.K.ZACHERL und M.WEISER (1965) :
Vergleichende Serumuntersuchungen bei Kühen vor und nach der Geburt und bei deren Kälbern .
Zbl. Vet. Med. , 12 , 400 - 404

STUBBINGS , D.P. (1971) :
Observations on serum calcium levels in ewes in North-Lincolnshire in relation to prolapse of vagina and incomplete cervical dilatation
Vet. Rec. , 89 , 296 - 300

SYKES , A.R., A.C. FIELD und J.SLEE (1969)
Cold exposure of Southdown and Welch Mountain sheep. 3. Charges in plasma calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium levels .
Animal. Product., 11 , 91 - 99

UNSHELM , J. und D. FLOCK (1967) :
Die Konzentration des anorganischen Phosphors und die Aktivität der alkalischen Phosphatase im Blutplasma von Rindern in Ab - hängigkeit vom Alter und anderen Einflußfaktoren .
Zbl. Vet. Med., 14 , 528 - 547

UNSHELM , J. und W. RAPPEN (1968) :
Individuelle tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind . 1. Mitteilung : Das Verhalten der Mineralstoffe Natrium , Kalium, Calcium, Magnesium und anorganischer Phosphor .
Zbl. Vet. Med., 15 , 418 - 437

TIEWS , J. (1962) :
Mangelerscheinungen und Hochleistungszucht beim Rind .
Tierärztl. Umschau, 17 , 357 - 362 und 384 - 390

TUMBLESON , M.E., W.E. WINGFIELD, H.D. JOHNSON, J.R.CAMPBELL und C.C. MIDDLETON (1973)
Serum electrolyte concentrations, as a function of age , female dairy cattle.
Cornell Vet. , 63 , 58 - 64

WALSER , K. (1969) :
Einflüsse von Geburtsstörungen auf die Milchleistung .
Tierzüchter , 21 , 96 - 100

WALSER , M. (1961)
Ion association . VI Interactions between calcium , magnesium, inorganic phosphorus, citrate and protein in normal human plasma .
J. clin. Invest., 40 , 723 - 730

WEBSTER jun., W.W. (1962) :
A simple microspectrophotometric method for the determination of serum calcium .
Amer. J.Clin. Path., 37 , 330 - 333

Herrn Prof. Dr. W. Leidl möchte ich an dieser Stelle für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes in der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik München danken.

Ebenso möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. H. Bostedt für die Überlassung des Themas und die ständige Beratung, die für das Gelingen dieser Arbeit beitrug, meinen Dank sagen.

An dieser Stelle sei Herrn Prof. Dr. A. Schmid für seine Bereitwilligkeit gedankt, daß er das im Institut für Pharmakologie stehende Flammenphotometer für diese Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Herrn Dr. K. Osterkorn danke ich für die freundliche Beratung bei der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

LEBENSLAUF

Am 23. Juni 1946 wurde ich, Christine Hausmann, als einzige Tochter des Lehrers Alfons Hausmann und seiner Ehefrau Margit Hausmann, geb. Beyer, in Königsbrück, Kreis Kamenz, geboren.

Im Frühjahr 1952 trat ich in Düsseldorf in die Volksschule ein und besuchte vom Frühjahr 1956 an das städtische, neusprachliche Gymnasium, die Helene-Lange-Schule. Im November 1966 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1966 / 67 begann ich mit dem veterinärmedizinischen Studium an der Justus-Liebig-Universität in Gießen. Nach der tierärztlichen Vorprüfung im April 1969 setzte ich mein klinisches Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität in München fort und bestand dort im März 1972 das Staatsexamen. Die Approbation wurde mir im Mai 1972 erteilt.

Seit Juli 1972 arbeite ich als Doktorandin in der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik, München.